



Tielaitos

Virpi Pastinen

Liityntäliikenteen mallit

NÄYTEKPL.

**Tielaitoksen
selvityksiä**

61/1992

Helsinki 1992

**Tiehallitus
Tutkimuskeskus**

Tielaitoksen selvityksiä
61/1992

Virpi Pastinen

Liityntäliikenteen mallit

Tielaitos
Tiehallitus, tutkimuskeskus

Helsinki 1992

ISBN 951-47-6631-8
ISSN 0788-3722
TIEL 3200111

Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1992

Julkaisua myy:
Tiehallitus, painotuotevarasto
Telefax (90) 1487 2698

Tielaitos

Tiehallitus
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Asiasanat: liityntäliikenne, kulkutavan valinta

TIIVISTELMÄ

Liityntäliikenteen mallien avulla voidaan kuvata ja ennustaa asemien ja liityntäkulkutapojen käyttöä, arvioida liityntäliikenteen palvelutason parantamistarpeita ja ennustaa liityntämatkan vaikutusta pääkulkutavan valintaan kaukoliikenteen matkoilla. Liityntäliikenteen mallit parantavat kokonaisennusteen tasoa. Ne ovat osa valtakunnallisia liikennevirtamalleja.

Liityntäliikenteen malleihin kuuluvat aseman- ja liityntäkulkutavan valinnan mallit. Matkustuskäyttäytymisestä liityntämatkalla selvitettiin liikenneministeriön tilaaman kyselytutkimuksen avulla. Kyselytutkimus oli tehty Helsingistä itään suuntautuvien rautatieyhteyksien selvitystyön yhteydessä 1990. Tutkimus oli suunnattu kaukoliikenteen junien ja linja-autojen täysi-ikäisille matkustajille.

Lentoliikenteestä ei ollut saatavilla riittäviä tietoja liityntäliikenteen mallintamiseksi. Työ edellyttää määräraikan tuntemista kaupunginosan tarkkuudella. Tehdyissä lentoliikennetutkimuksissa lähtö- ja määräraikka on selvitetty vain kuntatasolla.

Käytetyimmät liityntäkulkutavat kaukoliikenteen juna- ja linja-automatkoilla ovat kävely, henkilöauto (matkustajana), lähiliikenteen linja-auto ja taksi. Kaukoliikenteen junamatkoilla matkustajat valitsevat lähes poikkeuksetta lähimmän mahdollisen lähtö- ja määräraikan.

Kaukoliikenteen linja-automatkoilla pääosa matkustajista ilmoitti kyselytutkimuksessa valitsevansa varsinaisen linja-autoaseman lähtö- tai saapumisasemaksi lähimmän pysäkin sijasta.

Liityntäkulkutavan valintaa ennustetaan liikennejärjestelmää, matkustajaa ja matkaa kuvaavien ominaisuuksien avulla. Liikennejärjestelmän ominaisuuksista otettiin huomioon matka-aika, matkan hinta, kaupunginosan asukastiheys (kuvaa mm. ruuhkautumista) ja kulkutapakohtaiset ominaisuudet. Liityntäkulkutavan valintaan vaikuttavia matkustajan ominaisuuksia olivat tulot ja kotipaikan sijainti asemaan nähden. Matkaa kuvattiin matkan tarkoituksella ja toistuvuudella.

Kulkutavan valintamalleista parhaiten onnistuivat kaukoliikenteen junan liityntämatkan mallit. Kyselytutkimusaineisto oli riittävän laaja ja etäisyys aseman ja lähtö- tai määräraikan välillä tunnettiin riittävän tarkasti. Kaukoliikenteen linja-auton liityntämatkojen mallit ovat karkeita, koska pysäkin ja lähtö- ja määräraikan välistä etäisyyttä ei mallintamismallissa tunnettu.

Alkusanat

Eri liikennemuotoja ja niiden tarjoamia palveluja on tarkasteltava yhtenä kokonaisuutena, jotta liikenteen palvelutason parantamiseen tähtääviä investointivaihtoehtoja liikennemuotojen sisällä ja välillä voidaan verrata ja valita optimaalinen vaihtoehto ympäristön, kansantalouden ja matkan kysyjän kannalta. Tällöin tarvitaan työkaluja, joiden avulla on mahdollista tutkia, miten liikenteen kysyntään ja liikennemuotojen väliseen työnjakoon vaikuttavat erilaiset investointistrategiat, aluepolitiikka, maankäytön muutokset, liikennemuotojen palvelutasojen muutokset, tariffipolitiikka jne.

Tiehallituksen tutkimuskeskus on aloittanut tutkimusprojektin 'Valtakunnallisten liikennevirtojen hallintajärjestelmän kehittäminen'. Projektin tarkoituksena on kehittää välineitä (valtakunnallinen, kaikki liikennemuodot käsittävä liikennevirtamalli) edellä mainittujen tarkastelujen avuksi. Projekti jatkuu yhteistyössä liikenneministeriön, eri liikennemuotojen ja maankäytön suunnittelun edustajien kanssa.

Pitkät matkat koostuvat usein monien eri kulkutapojen ketjusta, joiden joustava yhteenliittäminen vaikuttaa myös pääkulkutavan valintaan. Tässä raportissa on tarkasteltu liityntämatkaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimus perustuu liikenneministeriön tilaamaan kyselyaineistoon, joka on tehty Helsingistä itään suuntautuvien rautatieyhteyksien selvitystyön yhteydessä vuonna 1990. Kysely oli suunnattu juna- ja linja-automatkustajille. Henkilöauto on varsin merkittävä liityntämatkoilla. Kyselyyn vastanneista 34 % kaukoliikenteen junalle ja 30 % linja-autolle muuten kuin kävellen (tai polkupyörällä) tulleista tai matkaa näiltä jatkaneista käytti henkilöautoa joko matkustajana tai kuljettajana.

Raportissa esitetyt liityntäliikenteen mallit ovat osa valtakunnallisia liikennevirtamalleja ja niiden avulla voidaan parantaa kokonaisennusteen tasoa. Liityntäliikenteen malleja voidaan sinällään käyttää arvioitaessa liityntäliikenteen palvelutason parantamistarpeita ja ennustettaessa asemien ja liityntäkulkutavan käyttöä. Mallien avulla voidaan myös tarkastella liityntämatkan vaikutusta pääkulkutavan valintaan kaukoliikenteen matkoilla.

Tutkimuksen on tehnyt dipl. ins. *Virpi Pastinen* Viapoli Oy:stä. Tutkimuskeskuksesta työtä on ohjannut suunnittelija *Riitta Viren*.

Helsingissä marraskuussa 1992

Tutkimuskeskus

Sisältö	Sivu
LUKU 1 JOHDANTO	7
1.1 Raportin rakenne	7
1.2 Liityntämatka	7
1.3 Mallintamisperiaatteet	8
LUKU 2 LÄHTÖAINEISTO	10
2.1 Kyselytutkimus	10
2.2 Lähtö- ja määräpaikan paikkakoordinaatit	
2.3 Asemakoordinaatit	12
2.4 Tieverkko	12
2.5 Kyselytutkimuksen tuloksia	13
LUKU 3 LIIKENNEMALLIT	23
3.1 Asemavaihtoehdot	23
3.1.1 Kaukoliikenteen juna	23
3.1.2 Kaukoliikenteen linja-auto	24
3.2 Liityntäkulkutavat	24
3.2.1 Liityntäkulkutapojen ominaisuudet	24
3.3 Liityntäkulkutavan valintamallit	28
3.3.1 Muuttujat	28
3.3.2 Vaihtoehtojoukot	31
3.3.3 Mallit	32
LUKU 4 MALLIEN SOVELTAMINEN	46
4.1 Mallien käyttötarkoitus	46
4.2 Liityntäliikenteen ominaisuuksien mallit	46
4.3 Liityntäkulkutavan valintamallit	47
4.3.1 Malliryhmän valinta	47
4.3.2 Muuttujat	47
4.4 Jatkotutkimusehdotukset	48
4.4.1 Joukkoliikenteen palvelutaso	48
4.4.2 Linja-autoliikenne	48
4.4.3 Lentoliikenne	48
4.4.4 Pysäköinti asemien ympäristössä	49
4.4.5 Valtakunnalliset liikennevirtamallit	49
4.4.6 Valtakunnallinen liikenneverkkokuvaus	49

LIITE 1	MATKA-AIKAMALLIEN PARAMETRIT	51
---------	------------------------------	----

LIITE 2	KULKUTAVAN VALINTAMALLIEN PARAMETRIT	53
---------	--------------------------------------	----

2.1	Pääkulkutavasta riippumattomat mallit	53
2.1.1	Kulikutapojen hyötyfunktiot	53
2.1.2	Merkintöjä	55
2.1.3	Kulikutapoja	56

LIITE 3	ESIMERKKEJÄ LIITYNTÄKULKUTAVAN VALINTAMALLIEN KÄYTÖSTÄ	61
---------	--	----

LIITE 4	JAKAUMATietoja Liikennemallien Käyttöä Varten	73
---------	---	----

LIITE 5	KYSELYTUTKIMUSTEN Tuloksia	75
---------	----------------------------	----

LUKU 1 JOHDANTO

1.1 Raportin rakenne

Tämä raportti on jaettu neljään osaan:

Luku 1:	Johdanto
Luku 2:	Lähtöaineisto
Luku 3:	Liikennemallit
Luku 4:	Mallien soveltaminen

Johdanto-osassa määritellään liityntämatka ja kerrotaan lyhyesti mallintamisen yleisperiaatteista. Luvussa 2 esitellään käytetty lähtöaineisto. Luku 3 esittelee liityntämatkojen mallit, ja viimeisessä luvussa kerrotaan, miten malleja voidaan käyttää.

1.2 Liityntämatka

Liityntämatka on tärkeä osa joukkoliikennematkaa. Liityntämatkan sujuvuus vaikuttaa merkittävästi pääkulkutavan valintaan. Sen ominaisuuksien vaikutusta joukkoliikenteen käyttöön ei kuitenkaan riittävästi tunneta.

Liityntäliikenteen mallien avulla pystytään mm.

1. ennustamaan asemien ja liityntäkulkutapojen käyttöä
2. arvioimaan liityntäliikenteen palvelutason parantamistarpeita
3. ennustamaan liityntäliikenteen palvelutason vaikutusta pääkulkutavan valintaan.

Liityntäliikenteen mallit parantavat kokonaisennusteen tasoa. Mallien tuottama informaatio liityntäliikenteen palvelutasosta siirretään osaksi valtakunnallisia liikennevirtamalleja. Näin alueiden välisiä matkoja ennustettaessa otetaan huomioon myös liityntäliikenteen merkitys matkantekoon ja kulkutavan valintaan.

Käytetyimmät liityntäkulkutavat pitkillä juna- ja linja-automatkoilla ovat kävely, henkilöauto (matkustajana), lähiliikenteen linja-auto ja taksi.

Liityntämatkan mallintamisessa kulkutavat jaetaan viiteen ryhmään:

1. henkilöauto, matkustaja
2. henkilöauto, kuljettaja
3. kävely (tai polkupyörä)
4. joukkoliikenne (linja-auto, juna, raitiovaunu, metro)
5. taksi.

Pääliityntäkulkutapa on liityntäkulkutapa, jonka matka-aika on pisin. Poikkeuksen tekee kävely, joka valitaan pääliityntäkulkutavaksi vain, jos mitään muuta liityntäkulkutapaa ei ole käytetty. Odotusajat asemilla riippuvat siitä, miten hyvin matkustajat pystyvät sovittamaan liityntämatkan ja pääkulkutavan vuorovälit. Liityntäliikenteen malleja laadittaessa pääkulkutavan odotusaikoja ei tunneta, joten odotusajat lähtö- ja määräasemilla joudutaan liittämään osaksi pääkulkutavan valintaa.

Liityntämatkalla tarkoitetaan matkoja

1. lähtöpaikan ja pääkulkutavan aseman/pysäkin välillä
2. pääkulkutavan aseman/pysäkin ja määräpaikan välillä

Pääkulkutapoja ovat

1. kaukoliikenteen linja-auto
2. kaukoliikenteen juna
3. lentokone.

Asemavaihtoehtoja ovat lähtö- tai määräpaikan lähialueen asemat. Vaihtoehtoihin luetaan vain ne asemat, joilla matkustajan valitsema pääkulkutavan linja pysähtyy. Pääkulkutavasta riippuen asemia voivat olla lentoasemat, juna-asemat tai -seisakit, linja-autoasemat tai pysäkit.

1.3 Mallintamisperiaatteet

Liityntäliikenteen malleihin kuuluvat asemanvalinnan ja liityntäkulkutavan valinnan mallit. Malleihin ei sisälly pääkulkutavan- tai linjanvalintaa. Nämä osat kuuluvat ylemmälle hierarkiatasolle valtakunnallisessa liikennevirtamallijärjestelmässä.

Liikennemalleissa liityntämatkaa kuvataan

1. liikennejärjestelmän ominaisuuksilla
2. matkustajan ominaisuuksilla
3. matkan ominaisuuksilla.

Liikennemallien luontivaiheessa matkan tarkoitus ja matkustajan taustatekijät selviävät tehdyistä kyselytutkimuksista. Liikennejärjestelmää kuvataan asemien sijainnilla lähtö- tai määräpaikkaan nähden, matka-ajoilla ja matkakustannuksilla.

Liikennejärjestelmää voidaan kuvata esimerkiksi matka-ajan, matkan hinnan ja odotusaikojen avulla. Lisäksi liityntäkulkutavan valinta riippuu yksilön ominaisuuksista: Jos matkustajalla ei ole käytössään henkilöautoa, ei tämä liityntäkulkutapa ole käypä vaihtoehto. Myös matkan tarkoituksella tai matkustajan tuloilla voi olla merkitystä liityntäkulkutavan valintaan. Esimerkiksi lentokentälle merkittävä osa matkustajista saapuu taksilla. Syynä voi olla lentokentän heikko tavoitettavuus, matka voi olla liikematka (työnantajan maksama), tai matkustajan tulot voivat olla niin korkeat, että taksin hinta ei tunnu kohtuuttomalta.

Liityntäliikenteen malleissa matkustajan oletetaan valitsevan vaihtoehdon, josta hänelle on todennäköisimmin eniten hyötyä. Hyötyjä arvioitaessa on tunnettava olemassa olevat asema- ja kulkutapavaihtoehdot ja näiden ominaisuudet.

Kyselytutkimuksilla matkustajilta saadaan yleensä selville vain valitun vaihtoehdon ominaisuudet. Muut vaihtoehdot joudutaan selvittämään liikennejärjestelmän ominaisuusmallien avulla. Ominaisuusmallit kuvaavat matka-aikoja ja matkakustannuksia. Liityntäliikenteen mallien lähtötiedot kerätään siis

1. kyselytutkimuksista
2. liikennejärjestelmän ominaisuusmalleista.

LUKU 2 LÄHTÖAINEISTO

2.1 Kyselytutkimus

Työssä käytetään liikenneministeriön tilaamaa kyselytutkimusaineistoa, joka tehtiin Helsingistä itään suuntautuvien rautatieyhteyksien selvitystyön yhteydessä. Kyselytutkimus toteutettiin vuoden 1990 alussa ja se on suunnattu kaukoliikenteen junien ja linja-autojen täysi-ikäisille matkustajille. Kyselytutkimukset toteutettiin sekä arkena että viikonloppuna Helsingistä itään suuntautuvilla yhteysvälillä. Kaikki kaukoliikenteen junissa ja linja-autoissa jaetut lomakkeet kerättiin takaisin. Junalomakkeita palautettiin 1300 kpl ja linja-autolomakkeita noin 500 kpl. Lähes kaikki lomakkeen saaneet matkustajat olivat myös vastanneet kysymyksiin.

Kyselylomakkeessa pyydettiin matkustajaa kuvaamaan koko matka kulkutapoineen, matka- ja odotusaikoineen matkan lähtöpaikasta määräpaikkaan (kuva 1). Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin mm. myös

1. lähtöpaikka ja lähtöasema
2. määräpaikka ja määräasema
3. matkan aloitus- ja päättymisajankohta
4. lähtö- ja määräpaikan tyyppi
(oma asunto, vierailu- tai ajanviettopaikka, hotelli, oppilaitos, työpaikka, ostos- tai asiointipaikka, varuskunta, muu)
5. matkan tarkoitus
(työmatka, liikematkä, asiointimatkä, opiskelumatka, vierailu, muu vapaa-ajan matka, muu matka)
6. matkustavan ryhmän koko ja tyyppi (yksin, perhe, muu ryhmä)
7. henkilöauton käyttömahdollisuus
8. työssäkäynti (täyspäivä, osapäivä, työtön, eläkkeellä, opiskelija, ei työssä)
9. ikä, sukupuoli, koulutus, perheen koko
10. omat ja perheen tulot
11. kotikunta.

Aineiston kulkutapaketuissa ilmoitettiin odotusajat, matka-ajat ja kulkutavat. Merkittävä osa lähtö- ja määräpaikan välisten matkojen kuvauksesta on täydennetty puutteellisesti ja yhteenlaskettavat komponentit eivät vastanneet ilmoitettua kokonaismatka-aikaa. Tutkimusaineisto tarkastettiin, ja koodausvirheet ja epäloogisuudet poistettiin. Lisäksi matkan kuvauksesta erotettiin toisistaan pääkulkutavan ja liityntämatkan osuudet.

13. Merkitkää rastilla kaikki kulkutavat, joita käytätte tämän matkan aikana kotimaassa (lähtöpaikasta määräpaikkaan).

1 kävely	<input type="checkbox"/>	7 lähiliikennejuna	<input type="checkbox"/>
2 polkupyörä, mopo tai moottoripyörä	<input type="checkbox"/>	8 kaukoliikenteen juna	<input type="checkbox"/>
3 raitiovaunu	<input type="checkbox"/>	9 taksi	<input type="checkbox"/>
4 melro	<input type="checkbox"/>	10 henkilöautolla matkustajana	<input type="checkbox"/>
5 kaupunkibussi	<input type="checkbox"/>	11 henkilöautolla kuljettajana	<input type="checkbox"/>
6 kaukoliikenteen linja-auto	<input type="checkbox"/>	12 lautta	<input type="checkbox"/>
		13 lentokone	<input type="checkbox"/>
		14 muu, mikä? _____	<input type="checkbox"/>

14. Merkitkää ruutuihin järjestyksessä kaikki lähtö- ja määräpaikan väliset kulkutavat tällä matkalla. Käyttäkää edellisen kysymyksen numerointia (1...14)

Merkitkää ruutujen yläosaan arvioinne kuhunkin kulkutapaan kuluva ajasta

Merkitkää alapuolelle, ruutujen välillä arvioinne odotusajasta, ennen kuin pääsette seuraavaan kulkuneuvoon

ESIMERKKI:

matka-ajaksi	0h5min	0h30min	0h5min	3h25min	0h10min	h min	h min	h min
kulkumuoto no	1	5	1	8	1			
odotusajaksi	0h5min	0h0min	0h15min	0h0min	h min	h min	h min	

Esimerkissämme henkilö X on matkalla kotiaan vanhempiensa luokse kylään. Hän kävelee (=kulkutapa 1) kotiaan pysäkillä 5 min. Hän joutuu odottamaan kaupunkibussia (=kulkutapa 5) 5 min. Kaupunkibussissa hän matkustaa 30 min.

Matkan jälkeen henkilö X jatkaa välittömästi juna-asemalle, ja kävelyyn kuluu 5 min. Kaukoliikenteen junan lähtöön on aikaa vielä 15 min. Junamatka (=kulkutapa 8) kestää 3 tuntia ja 25 minuuttia.

Junamatkan jälkeen henkilö X kävelee 10 min vanhempiensa kotiin.

TÄYDENTÄKÄÄ oman matkanne kulkutavat, matka- ja odotusajat:

matka-ajaksi	h min	h min	h min	h min	h min	h min	h min	h min
kulkumuoto no								
odotusajaksi	h min	h min	h min	h min	h min	h min	h min	h min

Kuva 1 Lähtö- ja määräpaikan välisen matkan kuvaus

Kyselytutkimus soveltuu hyvin lähtöaineistoksi tähän työhön. Tarkka lähtö ja määräpaikan välinen matkan kulun kuvaus mahdollistaa liityntämatkan mallintamisen. Lisäksi tutkimuksessa on selvitetty runsaasti matkustajien taustatietoja.

Liityntämatkan mallintamista ajatellen lomakkeessa on kuitenkin seuraavat puutteet:

1. Liityntämatkan kustannuksia ei ole eritelty.
2. Lomakkeesta ei täsmällisesti selviä, onko henkilöautolla asemalle ajanut matkustaja jättänyt autonsa asemalle, vai onko esimerkiksi joku muu jatkanut matkaa autolla.
3. Lähtö- ja määräpaikan etäisyydet asemista eivät selviä suoraan lomakkeesta, vaan ne oli määriteltävä aseman ja paikan nimen perusteella.

Jotta liityntäliikenteen malleilla pystyttäisiin ennustamaan asemien käyttöä, on matkustajien lähtö- / määräpaikan ja aseman välinen etäisyys tunnettava

mahdollisimman tarkasti. Alueiden lähtö- ja määräpaikat on koodattava uudelleen kyselylomakkeista.

Kyselylomakkeissa lähtö- ja määräpaikka on ilmoitettu kadun tai kaupungin osan tarkkuudella. Keskimäärin 25 % matkustajista on ilmoittanut lähtö- tai määräpaikan kadun nimen perusteella ja loput 75 % kaupungin osan mukaan. Lomakkeet koodattiin uudelleen siten, että lähtö- ja määräpaikaksi merkittiin kaupunginosa.

2.2 Lähtö- ja määräpaikan paikkakoordinaatit

Lähtö- ja määräpaikan etäisyydet asemista määritettiin yhdistämällä paikan- ja asemannimen koordinaatit käyttämällä Tilastokeskuksen työssäkäyntitilastoa ja väestörekisterikeskuksen toimittamia rakennuskoordinaattitietoja.

Aluetiedot sisältävät lähtö- ja määräpaikan koordinaatit, asukasluvun ja työpaikat toimialaluokittain sekä kaupunginosan nimen neliökilometrin ruutuina. Asukastiheyttä pyrittiin käyttämään mm. joukkoliikenteen palvelutason nykytilanteen kuvaajana.

Koska monet kaupunginosat olivat pinta-alaltaan suurempia kuin 1 km², laskettiin kaupunginosan keskipisteen koordinaatit asukasluvuilla painotettujen ruutujen keskiarvona.

Tilastokeskuksen aineistossa alueet on nimetty kuntien ilmoittaman nimikkeistön mukaisesti. Kaikki kunnat eivät ole antaneet mitään nimeä alueilleen (esimerkiksi Savonlinna). Nimikkeistö ei aina vastannut matkustajien ilmoittamia kaupunginosien nimiä. Tällaiset kyselylomakkeet hylättiin.

2.3 Asemakoordinaatit

Alueen ja aseman välisen etäisyyden laskemiseksi linja-auto- ja juna-asemien koordinaatit tarvittiin samassa koordinaatistossa kuin aluekoordinaatitkin. Väestörekisterikeskus toimitti asemarakennusten koordinaatit.

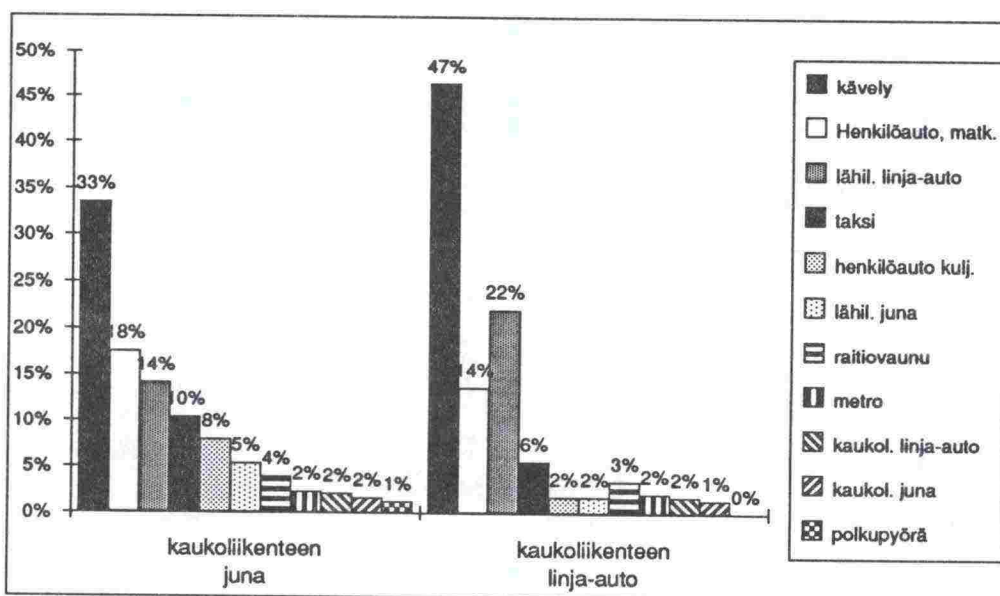
2.4 Tieverkko

Lähtö- tai määräpaikan ja aseman välistä matka-aikaa arvioitiin välimatkan ja tieverkon tiheyden perusteella. Työssä käytettiin kuntakohtaisia katujen, kaavateiden ja yleisten teiden tiheystietoja. Kunnittaiset tieverkoston tiheystiedot on saatu jakamalla teiden kilometrimäärä kunnan pinta-alalla. Pinta-alatiedot on saatu Tilastokeskuksen kuntatieturista.

2.5 Kyselytutkimuksen tuloksia

Käytetyt liityntäkulkutavat kaukoliikenteen juna- ja liikenteenlinja-automatkoilla

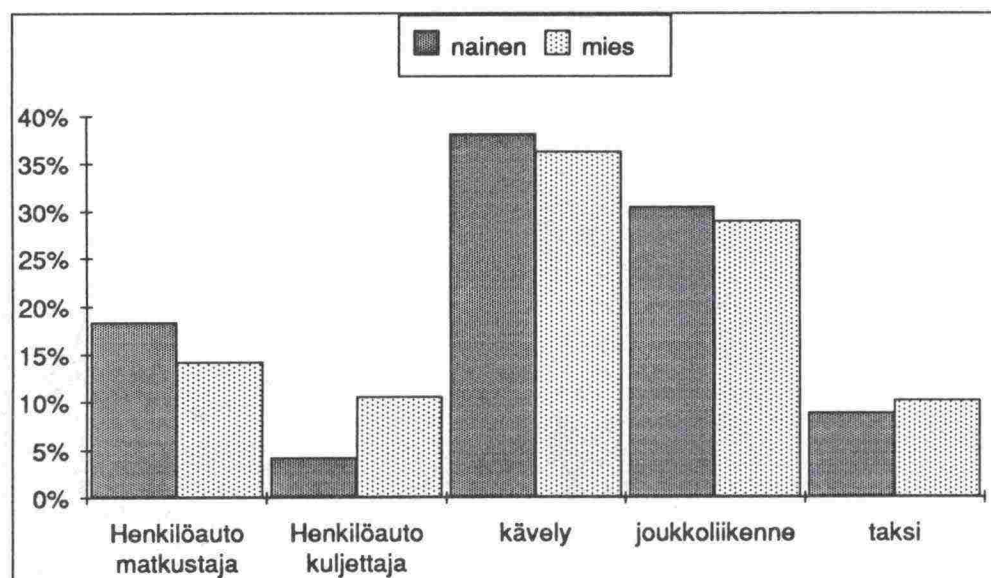
Käytetyimmät liityntäkulkutavat pitkillä juna- ja linja-automatkoilla ovat kävely, henkilöautolla (matkustajana), lähiliikenteen linja-auto ja taksi (kuva 2).



Kuva 2 Liityntämatkalla käytettyjen kulkutapojen osuudet

Sukupuoli

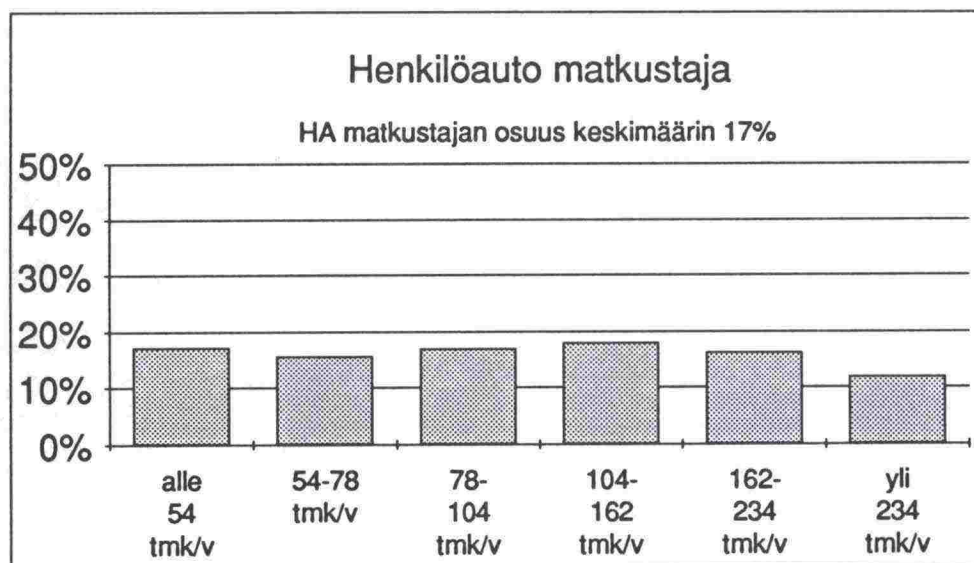
Sukupuolten välillä ei ole merkittäviä eroja liityntäkulkutavan valinnassa henkilöautoa lukuun ottamatta (kuva 3).



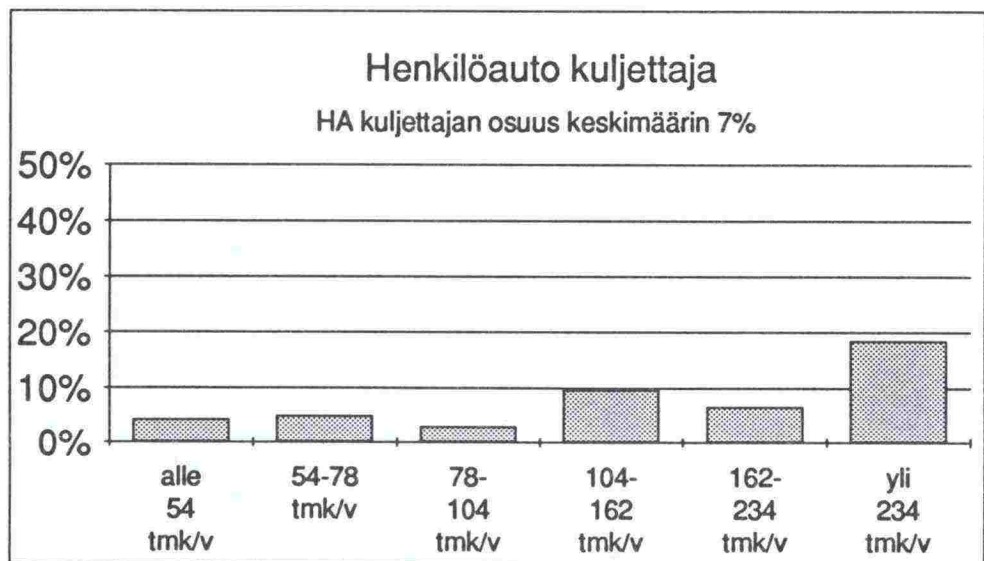
Kuva 3 Sukupuolen vaikutus liityntäkulkutavan valintaan

Tulot

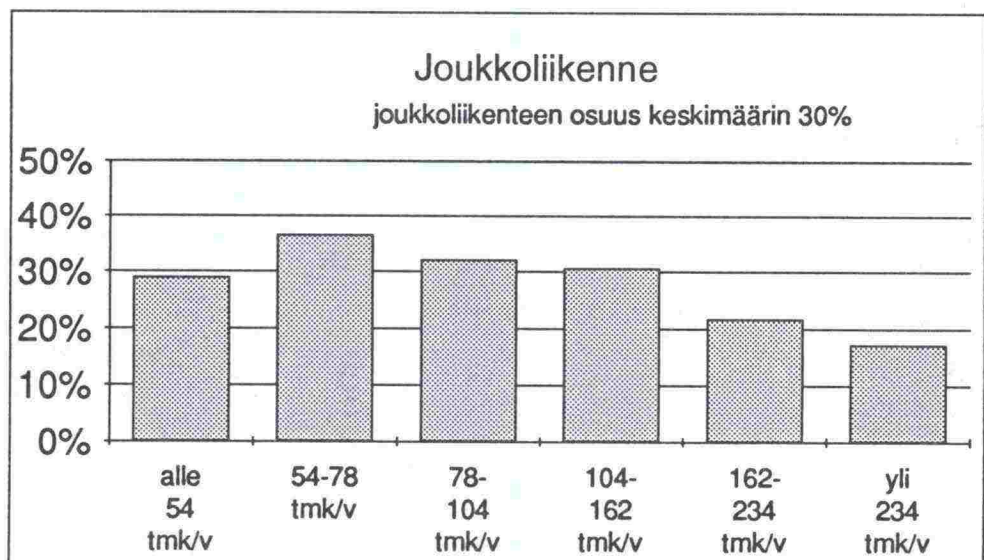
Ylimmän tuloluokan matkustajat käyttävät liityntämatkalla keskimääräistä useammin taksia tai saapuvat asemalle ajaen henkilöautoa. Joukkoliikenteen käyttö on vastaavasti tässä tuloluokassa harvinaisempaa (kuvat 4-8).



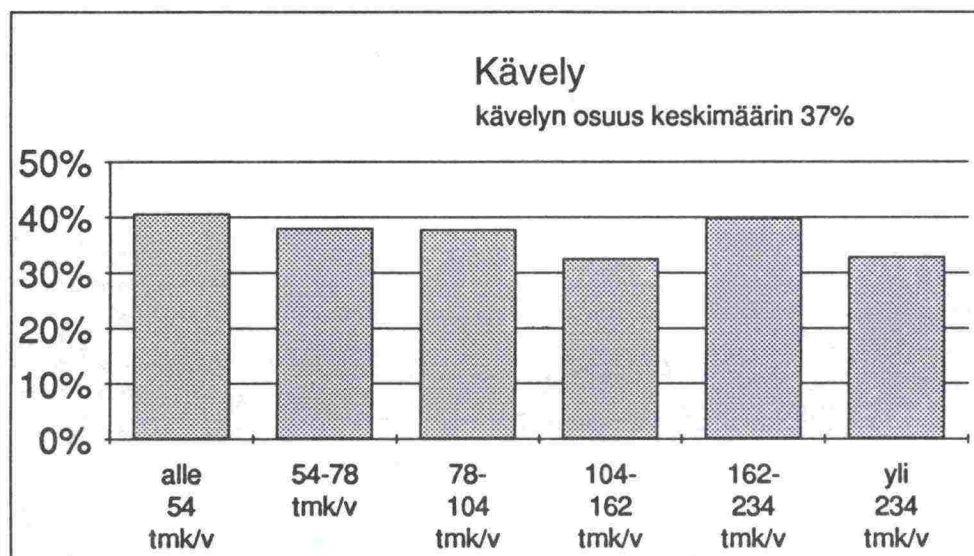
Kuva 4 Henkilöautolla matkustaan tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin tuloluokassa



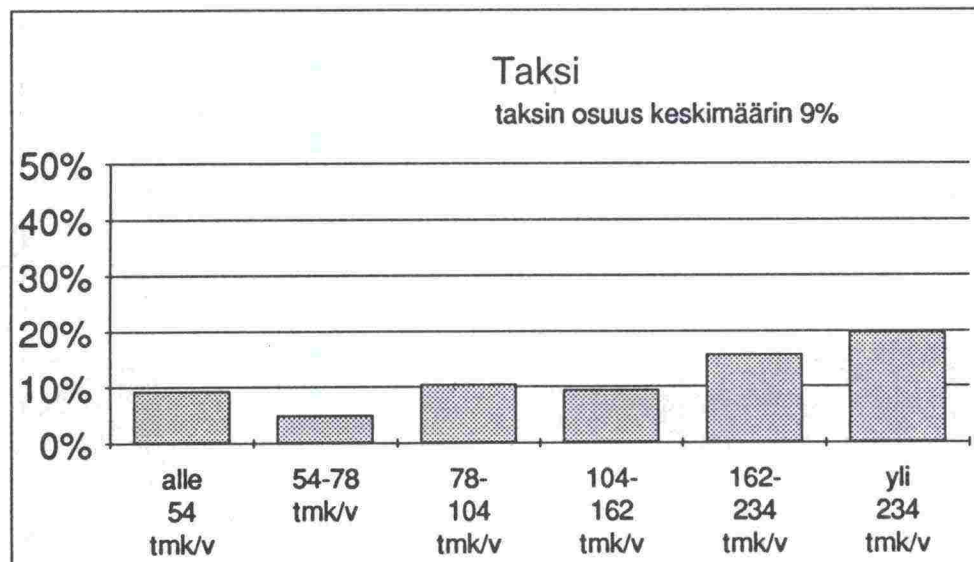
Kuva 5 Henkilöautolla ajaen tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin tuloluokassa



Kuva 6 Joukkoliikennevälineellä tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin tuloluokassa



Kuva 7 Kävellessä tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin tuloluokassa

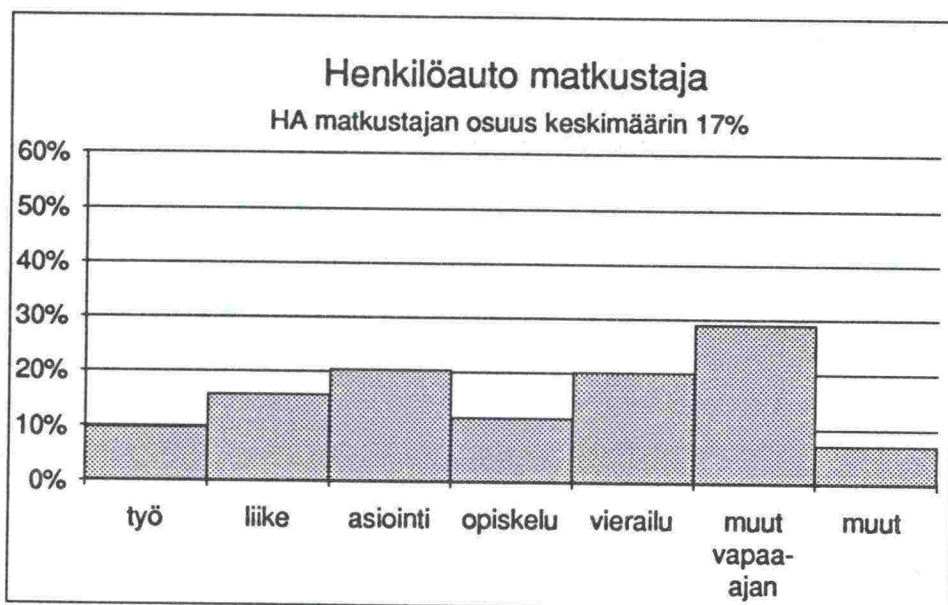


Kuva 8 Taksilla tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin tuloluokassa

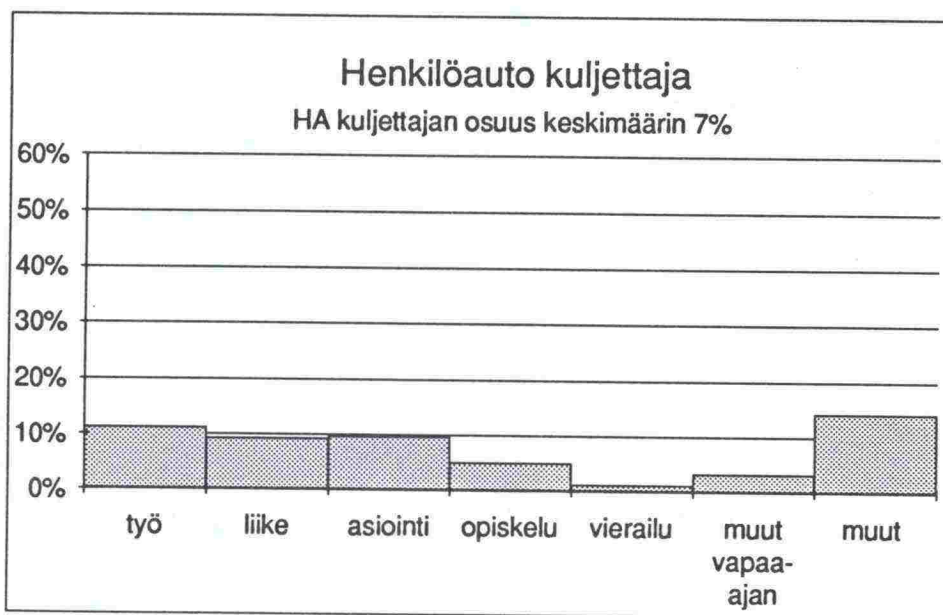
Kuvassa on esitetty kahta eri tuloluokkaa vastaavat kulkutapajakaumat. Tuloksia on verrattu koko aineistosta saatuun keskimääräiseen kulkutavan käyttöön.

Matkan tarkoitus

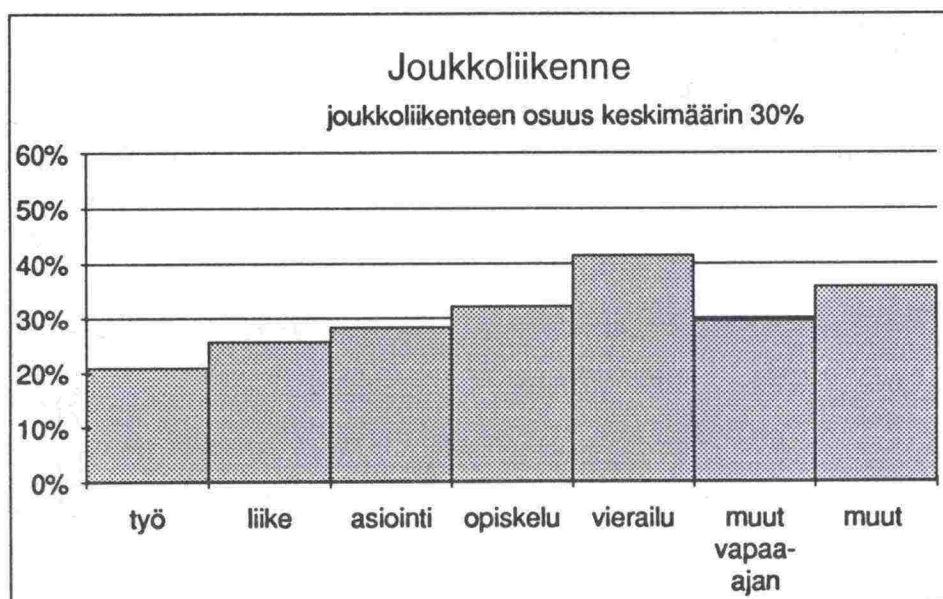
Liikematkoilla taksin käyttö on yleistä, vierailu-, työ- ja opiskelumatkoilla sen sijaan harvinaista. Henkilöauton kuljettajat tekevät usein koko vierailumatkan autolla. Matkan tarkoitusta ja liityntäkulkutavan valintaa on havainnollistettu kuvissa 9 - 13:



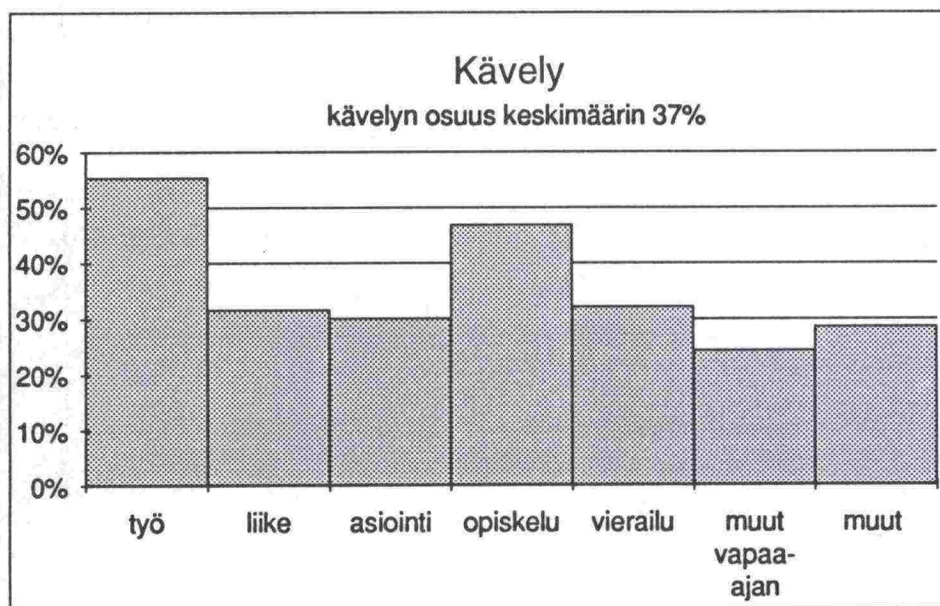
Kuva 9 Henkilöautolla matkustaen tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin matkaryhmässä



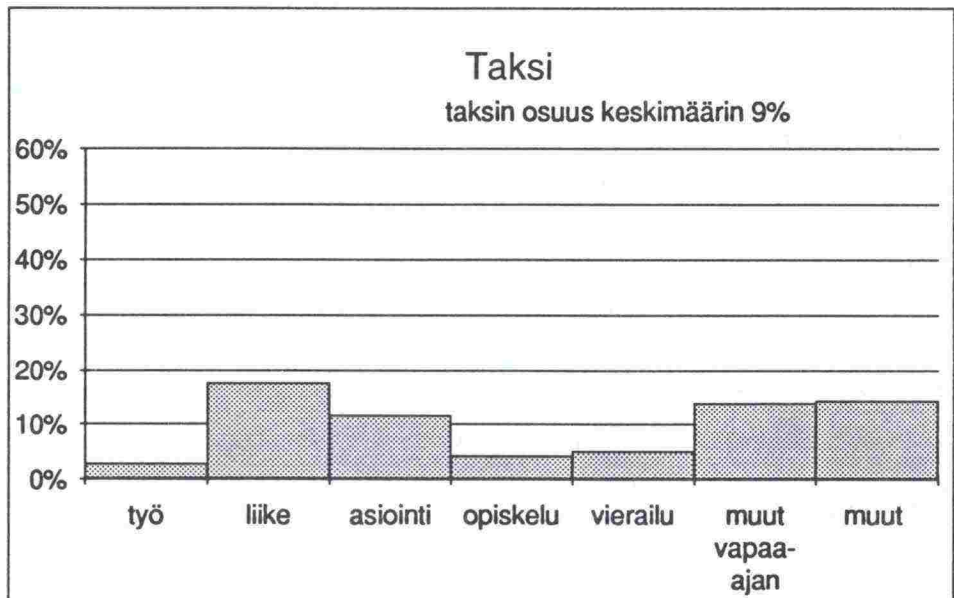
Kuva 10 Henkilöautolla tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin matkaryhmässä



Kuva 11 Joukkoliikennevälineellä tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin matkaryhmässä



Kuva 12 Kävellessä tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin matkaryhmässä



Kuva 13 Taksilla tehtyjen liityntämatkojen osuus kussakin matkaryhmässä

Muilla vapaa-ajanmatkoilla yleinen tapa saapua asemalle on henkilöautolla matkustajana. Muut vapaa-ajan matkat toistuvat yleensä harvoin ja matkustajilla saattaa olla mukanaan runsaasti matkatavaroita. Siten henkilöauto on joustava kulkutapa.

Työmatkat tehdään yleensä aseman lähiympäristöstä. Siten kävely on selvästi käytetyin liityntäkulkutapa näillä matkoilla. Joukkoliikenne taas on keskimääräistä yleisempi liityntäkulkutapa vierailumatkoilla.

Lähtö- ja määräpaikan tyyppi

Jos lähtö- tai määräpaikkana on oma asunto, on henkilöauton käyttö yleistä. Toisaalta kotiseudun joukkoliikennejärjestelmä on paremmin selvillä, jolloin myös joukkoliikenteen käyttö on tavallisempaa kuin vierailla seuduilla.

Matkan toistuvuus

Jos matka tehdään harvoin, on taksi keskimääräistä käytetympi kulkutapa. Matkustajat myös viedään sitä useammin asemalle, mitä harvemmin toistuvasta matkasta on kyse.

Ikä

Taksi- ja henkilöauton kuljettajien ikäjakaumat ovat muiden kulkutapojen käyttäjien ikäjakaumia suppeammat. Jakauman alku- ja loppupää jää taksin ja henkilöauton kuljettajien ikäjakaumista pois.

Koulutus

Eri liityntäkulkutavoilla saapuneiden koulutusjakaumat poikkeavat toisistaan. Tämä johtunee siitä, että eri koulutuksen saaneet tekevät erilaisia matkoja. Lisäksi koulutuserot heijastavat myös autonomistuksen ja tulotason eroja.

Matkustava ryhmä

Taksin käyttö ja kävely ovat harvinaisia, jos matka tehdään perheen kanssa. Sen sijaa muussa ryhmässä saavuttaessa taksi on tavallista yleisempi. Tämä johtunee siitä, että muussa ryhmässä tehdyt matkat ovat usein liikematkoja.

Ajokortti ja henkilöauton käyttömahdollisuus

Ajokortittomuus lisää joukkoliikenteen käyttöä henkilöauton käytön kustannuksella. Jos matkustajalla ei ole ajokorttia tai henkilöauton käyttömahdollisuutta, supistuu käytettävissä olevien vaihtoehtojen määrä neljään: kävely, joukkoliikenne, taksi, henkilöauto (matkustajana).

Työssäkäynti

Opiskelijat ja osapäivätyötä tekevät käyttävät muita harvemmin taksia. Muuta eroa ei työssäkäyntiluokkien välillä ole nähtävissä.

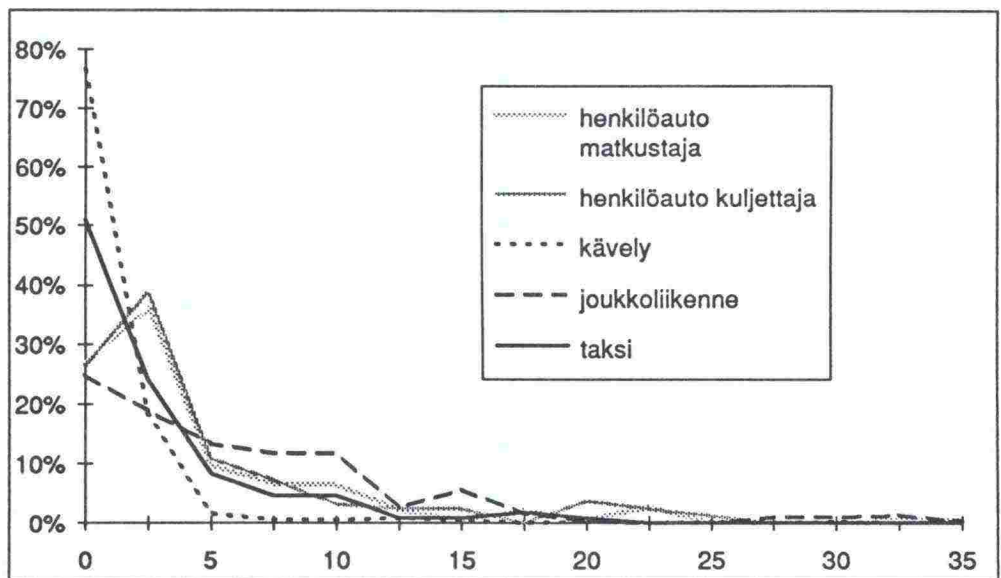
Asukastiheys

Henkilöauton käyttö liityntämatkoilla on yleistä vain harvaan asutuilla alueilla. Henkilöauton käyttö on hyvin vähäistä, kun kaupunginosan asukastiheys nousee yli 3500 as/km².

Etäisyys aseman ja lähtö-/ määräpaikan välillä

Kävely on epätodennäköinen vaihtoehto, jos linnuntie-etäisyys aseman ja lähtö-/määräpaikan välillä on yli 5 km. Joukkoliikenteen etäisyysjakauma on vastaavasti laajin (kuva 10). Kuvassa on esitetty ainoastaan etäisyysjakauma juna-asemalle. Kävelymatkojen etäisyysjakaumissa on myös mukana polkupyörämatkoja. Tutkimus on tehty alkukevästä, joten polkupyörien osuus on vähäinen.

Liityntämatkojen keskietäisyydet asemalta valitun liityntäkulkutavan mukaan ovat taulukossa 1 ja matkan tarkoituksen mukaan taulukossa 2. Mainitut keskietäisyydet kuvaavat aseman ja kaupunginosan välistä etäisyyttä. Kaukoliikenteen linja-auton liityntämatkoilla todellinen pituus on lyhyempi, koska monet matkustajat käyttävät lähtö- / määräpaikkaansa lähimpänä olevaa pysäkkiä aseman sijasta. Linja-autoasemien vaikutusalue näyttää keskietäisyyksien perusteella olevan laajempi, koska linja-autot voivat poimia matkustajia reitin varrelta. Suluissa mainitut arvot ovat epäluotettavia aineiston vähyyden vuoksi.



Kuva 10 Lähtö- / määräpaikan ja juna-asemanlinnuntie- etäisyysjakaumat valitun liityntäkulkutavan mukaan

Taulukko 1 Keskimääräinen suora etäisyys asemalta eri liityntäkulkutavoilla

	Henkilöauto Matkustaja km	Henkilöauto Kuljettaja km	Kävely km	Joukko- liikenne km	Taksi km
Juna-asema	7,7	6,5	2,1	10,8	17,4
Linja-autoasema	8,9	(4,9)	2,8	14,4	(3,8)

Taulukko 2 Keskimääräinen suora etäisyys asemalta eri matkaryhmillä

	Työ km	Liike km	Asiointi km	Opiskelu km	Vierailu km	Muu vapaa km	Muu km
Juna-asema	3,7	6,4	7,7	5,1	7,9	7,8	(5,0)
Linja-autoasema	4,1	6,4	(7,2)	7,9	11,9	5,5	(2,7)

Muita kyselytutkimuksen tuloksia on esitetty liitteessä 5.

LUKU 3 LIIKENNEMALLIT

3.1 Asemavaihtoehdot

Tässä työssä käytettyjen lähtöaineistojen avulla pystytään selvittämään liityntämatkan toinen pää aseman, mutta ei pysäkin tarkkuudella. Aseman määrittämiseksi pitää tuntea lähtöpaikka ja pääkulkutavan linja. Liityntämatkan asema on se, joka on lähinnä lähtö- / määräpaikkaa ja jolla valittu pääkulkutavan linja pysähtyy.

3.1.1 Kaukoliikenteen juna

Kyselytutkimuksessa kaukoliikenteen junamatkoilla lähtö- tai määräasema olivat lähes poikkeuksetta valittu siten, että liityntämatkan pituus tuli mahdollisimman lyhyeksi. Asemavaihtoehtoja oli yleensä siis vain yksi. Taulukossa 3 on lueteltu kyselytutkimuksessa havaitut poikkeustapaukset. Poikkeustapausten määrä on vähäinen.

Taulukko 3 Asemavaihtoehdot

Paikan nimi	Asemavaihtoehto 1	Havaintojen määrä	Asemavaihtoehto 2	Havaintojen määrä
Korso	Kerava	2	Rautatieas.	1
Hausjärvi	Riihimäki	3	Hausjärvi	1
Kyrölä	Järvenpää	1	Riihimäki	1
Niskala	Kouvola	1	Lahti	1
Otava	Mikkeli	1	Otava	1

Suomessa asemat sijaitsevat kohtalaisen harvassa ja liityntäyhteydet on järjestetty yleensä vain yhdelle asemalle, jolloin todellisia vaihtoehtoisia asemia ei ole.

Junaliikenteen osalta asemanvalinta pystytään mallintamaan parhaiten siten, että valituksi asemaksi oletetaan lähin juna-asema, jolla valittu kaukoliikenteen juna pysähtyy. Tällöin kuitenkin hyvin lähekkäin olevat asemat (esimerkiksi Helsingin rautatieasema ja Pasilan asema) on käsiteltävä yhtenä asemana. Asemanvalinta määräytyy siis valitun pääkulkutavan linjan mukaan. Koska eri junalinjat pysähtyvät eri asemilla, tulisi asemanvalinnan ja liityntäkulkutavan valintamallit kytkeä pääkulkutavan linjanvalinnan malleihin.

3.1.2 Kaukoliikenteen linja-auto

Kaukoliikenteen linja-automatkoilla valittu pysäkki ei aina ollut lähin vaihtoehto. Usein matkustaja oli ilmoittanut varsinaisen linja-autoaseman lähtö- tai saapumisasemaksi lähimmän pysäkin sijasta.

Erikoisen poikkeuksen tekee Hakaniemestä Porvoon suuntaan matkustavat. Matkustajat ajavat metrolla Itäkeskukseen, ja nousevat kaukoliikenteen linja-autoon vasta täällä. Näin matka on edullisempi ja mahdollisesti nopeampikin.

Pysäkinvalintaa ei kuitenkaan saatavissa olevalla lähtöaineistolla onnistuta mallintamaan. Väestörekisterikeskuksesta saatiin ainoastaan linja-autoasemien koordinaatit, joten yksittäisten pysäkkien ja lähtö- tai määräpaikan välistä etäisyyttä ei pystytty laskemaan. Lisäksi liityntäliikenteen kuvaustarkkuus ei ollut riittävä. Kaukoliikenteen linja-automatkoilla on tyydyttävä asematarkkuuteen. Tällöin parhaaseen tulokseen päästään valitsemalla asemiksi lähtö- ja määräpaikkakuntien linja-autoasemat.

3.2 Liityntäkulkutavat

Liityntäkulkutavan valinnan mallit ovat logit-malleja. Malleissa määrätyn kulkutavan valintaan vaikuttavat muiden vaihtoehtojen ominaisuudet. Haastatteluaineistosta taas saadaan selville ainoastaan valitun liityntäkulkutavan ominaisuudet. Tämän vuoksi työssä laadittiin ensiksi liityntäkulkutapojen matka-aikamallit. Matka-aikamallit ovat regressiomalleja. Näillä malleilla kuvattiin kulkutapavaihtoehtojen ominaisuuksia, joita taas käytettiin liityntäkulkutavan valinnan mallintamisessa.

3.2.1 Liityntäkulkutapojen ominaisuudet

Liityntäkulkutapojen ominaisuuksista pyrittiin mallintamaan

1. Matka-aika pääasiallisella liityntäkulkutavalla
2. Kokonaismatka-aika
3. Kokonaismatka-aika ilman odotuksia
4. Kävelyaika
5. Odotusaika
6. Vaihtojen määrä

Mainituista kulkutapojen ominaisuuksista onnistuttiin mallintamaan ainoastaan kolme ensimmäistä.

Muuttujat

Liityntämatkan matka-aikojen mallintamisessa oli käytettävissä seuraavat muuttujat:

1. Aukastiheys lähtö- / määräpaikan ympäristössä (1/km²)

Aukastiheydellä pyrittiin kuvaamaan mm. joukkoliikenteen palvelutasoa. Mitä tiheämpään asuttu alue on, sitä parempi on yleensä joukkoliikenteen palvelutaso. Muuttujan kertoimen merkin tulisi olla negatiivinen eli matka-aikaa lyhentävä. Muuttujaa ei kuitenkaan saatu sisällytettyä yhteenkään malliin.

2. Työpaikkatiheys lähtö- / määräpaikan ympäristössä (1/km²)

Työpaikkatiheyden merkitys voisi olla saman kaltainen kuin aukastiheyden. Myöskään tätä muuttujaa ei käytetty lopullisissa malleissa.

3. Linnuntie-etäisyys asemasta (km)

Etäisyys kasvattaa matka-aikaa. Muuttujan merkitys on selvästi suurin muihin matka-aikamallien muuttujiin nähden kaikissa malleissa. Etäisyys esiintyy malleissa sellaisenaan, neliöjuurena tai logaritmoituna. Etäisyyden kasvaessa matka-aika ei nouse aina samassa suhteessa. Pitkillä liityntämatkoilla voidaan osa matkasta tehdä todennäköisesti valtateillä, joilla on korkeat nopeusrajoitukset. Siksi henkilöauton ja taksin matka-aikamalleissa on käytetty epälineaarista muotoa etäisyydestä.

4. Aukastiheys kunnassa (as/km²)

Aukastiheys esiintyy mm. henkilöauton matkustajien kokonaismatkaan ja taksin matka-ajan malleissa. Sen vaikutus on kummassakin tapauksessa matka-aikaa lisäävä. Muuttujan voidaan olettaa kuvaavan jossain määrin ruuhkautumista tiheään asutuissa kunnissa, alhaisempia nopeusrajoituksia tai esimerkiksi taksin saatavuutta.

5. Katutiheys kunnassa (1/km)

Katutiheyden merkitys on saman kaltainen kuin aukastiheydenkin. Muuttujaa on käytetty kuitenkin vain joukkoliikenteen matka-aikamalleissa. Muuttujan merkitys on tällöin matka-aikaa pienentävä, koska tiheään asutuilla alueilla joukkoliikennejärjestelyt ovat hyvät ja joukkoliikennetuisuuksista on huolehdittu. Lisäksi mm. pääkaupunkiseudulla on tarjolla nopeita lähiliikenneyhteyksiä (juna, metro).

6. Tietiheys kunnassa (1/km)

Tietiheyttä on käytetty henkilöauton matka-ajan malleissa. Sen merkitys on matka-aikaa lyhentävä. Tiheä tieverkko takaa paremmat yhteydet asemille.

7. Valtatietiheys kunnassa (1/km)

Muuttujaa ei osoittautunut tarpeelliseksi missään mallissa.

8. Kantatietiheys kunnassa (1/km)

Kantatietiheyttä on käytetty joukkoliikenteen malleissa. Sen merkitys on matka-aikaa vähentävä. Kantatietiheydellä on pyritty kuvaamaan joukkoliikenteen palvelutasoa harvaan asutuilla alueilla. (Tiheään asutuilla alueilla taas katutiheys kuvaa samaa asiaa.)

9. Kokonaistietiheys kunnassa (1/km)

Kokonaistietiheys on vaihtoehtoinen muuttuja katutiheyden ja kantatietiheden rinnalla. Sen merkitys on matka-aikaa lyhentävä.

10. Asemakohtainen vakio (1=juna-asema, 0=linja-autoasema)

Henkilöauton kuljettajat näyttävät pääsevän sujuvammin juna- kuin linja-autoasemille. Asema-vakio on näillä matkoilla matka-aikaa lyhentävä. Joukkoliikenteen kokonaismatka-aikaan muuttujan vaikutus on päinvastainen. Tämä johtunee siitä, että kokonaismatka-aikaan on laskettu mukaan odotus asemalla. Kaukoliikenteen junan vuorovälit ovat kaukoliikenteen linja-autoja pidemmät, joten odotusajat juna-asemilla ovat linja-autoasemiin verrattuna suurempia.

11. Maa-alan suhde pinta-alaan (laaduton luku)

Muuttuja poistettiin malleista, koska sen merkitys on kaksijakoinen. Toisaalta vesistöt vaikeuttavat liikkumista (eli pidentävät matka-aikoja) ja toisaalta ne johtavat asutuksen keskittymiseen keskuspaikkojen ympäristöön (eli lyhentävät matka-aikoja).

Matka-aikamalleissa ei ollut käytettävissä joukkoliikenteen palvelutasoa (vuorotiheyttä, linjastokuvauksia) kuvaavia tekijöitä. Tietojen keräys olisi vaatinut usean kuukauden työn, koska joukkoliikenneyhteydet asemille olisi pitänyt selvittää koko tutkimusalueelta kaupunginosan tarkkuudella. Joukkoliikenteen kuvauksessa on jouduttu tyytymään kohtalaisen karkeisiin muuttujiin.

Mallit

Mainittujen muuttujien avulla ei pystytty ennustamaan kävely- ja odotusaikoja eikä vaihtojen määrää. Estimoiduilla malleilla pystyttiin selittämään alle 20 % selitettävän muuttujan vaihteluista. Pää- ja liityntäkulkutavan vaihtodon sujuvuutta, lähtöaikoja ja vaihtomatkan pituutta ei tunnettu riittävän hyvin. Lisäksi aina osa matkustajista käy asioimassa esimerkiksi kaupoissa liityntämatkan ja pääkulkutavan matkan välillä. Kyselytutkimuksissa tulisikin selvittää myös matkustajien asioimista matkan aikana.

Matka-aikamallit ja niiden selitysasteet on esitetty taulukossa 4. Taulukossa selitettujen muuttujien symbolit (y_1 , y_2 , y_3) ovat

1. matka-aika pääasiallisella liityntäkulkutavalla
2. kokonaismatka-aika liityntäkulkutavalla
3. kokonaismatka-aika ilman odotuksia

Käytetyt selittävien muuttujien symbolit (x_1 , x_2 , x_3 , ...) vastaavat numeroitua listaa:

1. asukastiheys lähtö- / määräpaikan ympäristössä ($1/\text{km}^2$)
2. työpaikkatiheys lähtö- / määräpaikan ympäristössä ($1/\text{km}^2$)
3. linnuntie-etäisyys asemasta (km)
4. asukastiheys kunnassa (as/km^2)
5. katutiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
6. tietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
7. valtatietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
8. kantatietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
9. kokonaistietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
10. asemakohtainen vakio (1=juna-asema, 0=linja-autoasema).

Taulukko 4. Matka-aikamallit

Liityntä-kulkutapa	Sellitettävä	Malli	Selitysaste, %	Keski-polk-keama	Havainnot
HA, matkustaja	y_1	$0,829x_3 - 11,426x_6 + 14,800$	52,2	8,755	222
	y_2	$6,733\sqrt{x_3} + 0,005x_4 - 24,754x_6 + 17,370$	21,5	21,270	222
	y_3	$6,070\sqrt{x_3} - 14,178x_6 + 8,911$	42,4	10,767	222
HA, kuljettaja	y_1	$6,504\sqrt{x_3} - 16,284x_6 - 9,022x_{10} + 18,347$	48,0	7,875	310
	y_2	$6,110\sqrt{x_3} - 18,898x_{10} + 25,547$	25,9	14,197	310
	y_3	$5,582\sqrt{x_3} - 19,160x_6 - 14,013x_{10} + 25,524$	40,5	9,905	310
Ha, matkustaja ja kuljettaja yhdessä	y_1	$5,977\sqrt{x_3} - 11,554x_6 - 3,040x_{10} + 9,442$	51,1	8,511	532
	y_2	$6,617\sqrt{x_3} + 1,427x_5 - 28,704x_6 + 18,678$	21,2	19,649	332
	y_3	$5,898\sqrt{x_3} - 15,931x_6 - 3,675x_{10} + 13,239$	41,3	10,555	532
Joukkoliikenne	y_1	$0,785x_3 - 1,551x_5 - 64,944x_6 + 24,088$	53,1	17,359	400
	y_2	$1,059x_3 - 4,038x_6 + 9,385x_{10} + 49,433$	41,4	31,715	400
	y_3	$0,902x_3 - 2,346x_5 - 86,185x_6 + 33,815$	53,5	20,281	400
Taksi	y_1	$5,374\sqrt{x_3} + 0,001x_4 + 1,993$	54,6	5,114	124
	y_2	$9,812\ln(1+x_3) + 113,504x_6 + 6,580$	20,4	15,828	124
	y_3	$5,889\sqrt{x_3} + 0,794x_6 + 0,866$	52,4	5,790	124

Parametrien arvot, hajonnat ja 90 % luottamusvälit on esitetty taulukossa 7 (liite 1). Henkilöauton matkustajalle ja kuljettajalle on laadittu omat matka-aikamallinsa. Yleensä mallien antamat matka-ajat poikkeavat toisistaan kuitenkin hyvin vähän (1-2 min). Mallien alla on vielä yhdistetyt matka-aikamallit henkilöauton kuljettajalle ja matkustajalle. Henkilöauton matka-aikamalleissa asemavakion kerroin on aina negatiivinen. Siten juna-asemille ajo vaikuttaisi olevan helpompaa kuin linja-autoasemille. Liikenneyhteydet ja opasteet juna-asemille onkin järjestetty yleensä hyvin. Lisäksi useilla paikkakunnilla juna-asemat sijaitsevat hieman syrjässä ydinkeskustasta, jolloin autoilijat pystyvät välttämään osan keskustan ruuhkista.

3.3 Liityntäkulkutavan valintamallit

3.3.1 Muuttujat

Logit-malleissa valittu liityntäkulkutapa on se, joka tuottaa todennäköisimmin matkustajalle suurimman hyödyn (tai vähiten haittaa). Hyötyä mitataan matka-ajalla ja matkakustannuksilla. Koska kulkutavasta saatu hyöty voi riippua matkan tarkoituksesta ja matkustajan omista ominaisuuksista otetaan nämäkin tekijät mukaan arvioitaessa kulkutavasta koettua hyötyä.

Liityntäkulkutavan valintamalleissa esiintyy seuraavat liikennejärjestelmää kuvaavat muuttujat:

1. Matka-aika (min)

Hyötyfunktioissa matka-ajan kerroin on erilainen jokaiselle liityntäkulkutavalle. Siten kerroin kuvaa ajan merkityksen lisäksi liityntäkulkutapojen ominaisuuksien eroja. Kertoimet kuvaavat jokaisen henkilöautossa (matkustajana tai kuljettajana), joukkoliikennevälineessä tai taksissa vietetyn sekä kävelyn käytetyn minuutin merkityksen liityntäkulkutavan valintaan. Matka-aika esiintyy kaikkien kulkutapojen hyötyfunktioissa. Kävelyn hyötyfunktiossa se on kuitenkin neliöllisessä muodossa. Muoto merkitsee, että matka käy askel askeleelta sitä raskaammaksi, mitä kauemmin matka kestää.

Mallien laadintavaiheessa oli tiedossa ainoastaan kaupunginosan ja aseman välinen linnuntie-etäisyys. Kuljetun matkan on arvioitu olevan 1,5-kertainen linnuntie-etäisyyteen nähden kaikilla kulkutavoilla. Varsinkin kävelymatkoilla arvio saattaa olla turhan suuri. Mallien parametrit on kuitenkin sovitettu tähän 1,5-kertaiseen etäisyyteen. Siten malleja sovellettaessa kuljettu matka pitäisi määrätä siten, että se on 1,5-kertainen linnuntie-etäisyyteen nähden.

Kävelyn kuluva matka-ajan on oletettu riippuvan kuljetusta matkasta siten, että kävelynopeus on 5 km/h. Vaikka todellinen kävelynopeus poikkeaisikin tästä, tulisi malleissa käyttää mainittua kävelynopeutta, koska mallien parametrit on sovitettu tähän arvoon. Muiden kulkutapojen matka-ajat on saatu liityntäliikenteen ominaisuusmalleista.

2. Matkan hinta (mk)

Hyötyfunktiossa matkan hinnan kerroin on sama jokaiselle liityntäkulkutavalle. Siten on oletettu, että matkustamiseen käytetyn markan arvo on sama käytettiinpä se taksi-, joukkoliikenne- tai henkilöautomatkaan. Kävely- ja henkilöauto-matkustaja-kulkutapojen hyötyfunktioissa ei hintaa esiinny.

Malleissa on käytetty vuoden 1990 hintatason mukaisia matkakustannuksia. Taksimatkan hinta oli tällöin 11,50 mk + 4,29 mk/km. Vantaan, Espoon ja Kauniaisen seutulipun hinta oli 12 mk ja Helsingin sisäisen lipun hinta 6,5 mk. Muiden kaupunkien sisäisen joukkoliikenteen tariffeja ei tarvittu, koska kyselytutkimus oli suunnattu Helsingistä itään. Pääkaupunkiseudun ulkopuolisilla lähiliikenteen linjoilla käytettiin kilometritariffia 15,10 mk + 0,38 mk/km. Henkilöautoille käytetty kilometrikustannus oli 0,50 mk/km. Kilometrikustannuksiin on laskettu mukaan muuttuvat kulut. Malleja sovellettaessa olisi kustannukset palautettava aina vuoden 1990 kustannustasoon.

3. Kaupunginosan asukastiheys (as/km²)

Todennäköisyys saapua asemalle henkilöautolla laskee jyrkästi lähtö- / määräpaikan asukastiheyden kasvaessa. Tämä johtunee siitä, että tiheään asutuilla alueilla ei ole riittävästi parkkipaikkoja asemien ympäristössä ja siitä, että ruuhkautuminen keskusta-alueilla on tällöin todennäköisempää. Kolmantena syynä lienee, että joukkoliikenteen palvelutaso on hyvä pääkaupunkiseudulla. Asukastiheyttä kokeiltiin myös joukkoliikenteen hyötyfunktiossa, mutta selvästi parempaan tuloksen päästiin, kun asukastiheys oli henkilöauton matkustaja- ja henkilöauton kuljettaja- kulkutapojen hyötyfunktioissa. Asukastiheydellä tarkoitetaan tässä kaupunginosan asukastiheyttä (ei koko kunnan). Aluekooksi käy esimerkiksi kuntien pienaluejako.

4. Vaihtoehtokohtaiset vakiot

Hyötyfunktioita on täydennetty tarvittaessa nk. kulkutapakohtaisilla vakioilla. Vakiot kuvaavat niitä liityntäkulkutavan ominaisuuksia, joita ei saatu esille muiden muuttujien avulla.

Matkustajan ominaisuuksia kuvaavista tekijöistä malleihin valikoitui:

1. Tulot

Matkan hinnan merkitys riippuu siitä, kuinka paljon matkustajalla on varaa käyttää matkustamiseen. Hyötyfunktioissa matkustajan tulot ovat matkakustannusten nimittäjässä. Mitä suuremmat tulot matkustajalla on, sitä vähemmän matkan hinta vaikuttaa kulkutavan valintaan.

Tulot esiintyvät joissakin malleissa myös sellaisenaan joukkoliikenteen hyötyfunktiossa. Suuret tulot vaikuttavat vähentävän halukkuutta käyttää joukkoliikennettä liityntämatkalla. Muuttujaa kokeiltiin aluksi henkilöauto-kuljettajan ja taksin kulkutavoille. Paras tulos saatiin kuitenkin siirtämällä muuttuja joukkoliikenteen hyötyfunktioon.

Tulot vastaavat vuoden 1990 tulotasoa. Malleissa on käytetty vuosiansioita, jotka on jaettu 360 vrk:lla. Matkustajien tulot jakautuivat tutkimusaineistossa taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 5 Kyselytutkimukseen osallistuneiden tulojakaumat

tmk	Juna %	Linja-auto %
alle 54	30	34
54-78	10	13
78-104	18	23
104-162	23	20
162-234	13	8
yli 234	5	2

2. Kotipaikka

Henkilöautoa käytetään liityntäkulkutapana selvästi useammin silloin, kun liityntämatka tehdään kotiseudulla. Matkustajan on vaikea saada käyttöönsä henkilöautoa vierailta seuduilla. Kotiseudulla taas matkustaja voi itse ajaa omalla autollaan tai esimerkiksi puoliso voi viedä matkustajan asemalle. Vastaavasti kotiseudun joukkoliikenteen reitit ja aikataulut tunnetaan yleensä paremmin kuin vieraan seudun. Siten joukkoliikenteen käyttö liityntäkulkutapana on yleisempää matkustajan kotiseudulla kuin muualla. 0/1-muuttujaa on käytetty joukkoliikenteen ja kummankin henkilöauto-kulkutavan hyötyfunktioissa. (1=kotiseutu, 0=muuten). Tutkimusaineistossa 47 % kaukoliikenteen junan ja 48 % kaukoliikenteen linja-auton liityntämatkoista tehtiin kotoa tai kotiin. Siten lähes kaikkien

matkojen toinen pää oli koti. (Yhteen matkaan kuuluu aina 2 liityntämatkaa, toinen lähtöpaikassa, toinen määräpaikassa.)

Matkaan liittyvistä muuttujista parhaiten kulkutavan valintaa kuvasivat:

1. Matkan tarkoitus

Jos matkustaja tekee liikematkan, hän valitsee selvästi muita yleisemmin taksin. 0/1-muuttujaa on käytetty taksin hyötyfunktiossa. (1=liikematka, 0=muuten). Liikematkojen osuus oli tutkimusaineiston mukaan kaukoliikenteen junissa 29 % ja kaukoliikenteen linja-autoissa 14 %.

2. Matkan toistuvuus

Päivittäin toistuvilla matkoilla matkustajat eivät yleensä saavu tai lähde asemalta henkilöautolla matkustajina, koska liityntämatka sitoisi joka päivä myös kuljettajan ajankäyttöä. 0/1-muuttujaa on käytetty henkilöautomatikustajana- kulkutavan hyötyfunktiossa. (1=päivittäinen, 0=muuten). Päivittäisten matkojen osuus tutkimusaineiston kaukoliikenteen junissa oli 13 % ja kaukoliikenteen linja-autoissa 24 %.

Matkustavan väestön tulojakaumat, matkan tarkoitus, kotiseudulla tehtävien matkojen osuus ja matkan toistuvuus ovat muuttujia, joita saattaa olla vaikea ennustaa. Tehtyjen matkojen jakautuminen tutkimusaineistossa eri luokkiin on esitetty liitteessä 4. Liitteessä jakaumatiedot on esitetty junamatkoille ja linja-automatoille erikseen.

3.3.2 Vaihtoehtojoukot

Kullekin matkustajalle määriteltiin, millä kulkutavalla tämä voisi matkustaa asemalle. Joukkoliikenne oli aina mahdollinen vaihtoehto. Taksi kävi aina päivittäin toistuvia matkoja lukuun ottamatta.

Henkilöauto kuljettajana oli mahdollinen, jos

1. matkustajalla oli ajokortti
2. matkustajalla oli käytössään henkilöauto
3. kaupunginosan asukastiheys oli alle 4500 as/km².

Kyselytutkimuksessa henkilöauton käyttö liityntämatkalla romahti, kun kaupunginosan asukastiheys nousi 3500 as/km². Tiheään asutuilla alueilla henkilöautolla on vaikea liikkua ruuhkan vuoksi. Lisäksi joukkoliikenne palvelee hyvin tiheään asuttuja alueita. Henkilöauto vaikutti olevan mahdollinen vaihtoehto, kun asukastiheys oli korkea ja pääosa matkasta kuitenkin tehtiin joukkoliikennevälineellä (junalla tai linja-autolla).

Henkilöauto matkustajana -kulkutapa on käypä vaihtoehto myös, kun kaupunginosan asukastiheys oli alle 4500 as/km². Kävelyä pidettiin käypänä vaihtoehtona vain, kun suora etäisyys asemalle oli alle 5 km. Mallin muoto ei kuitenkaan muuttuisi kovinkaan merkittävästi, vaikka rajoitusta ei käytettäisikään, koska kävelymatkan hyötöfunktiossa matka-aika on neliöllisessä muodossa. Näin matka koetaan sitä raskaammaksi mitä pitemmälle joudutaan kävelemään.

3.3.3 Mallit

Liityntäkulkutavan valintamalleja ovat:

1. Pääkulkutavasta riippumattomat liityntäkulkutavan mallit
2. Liityntäkulkutavan mallit kaukoliikenteen juna-asemille
3. Liityntäkulkutavan mallit kaukoliikenteen linja-autoasemille

Jokaiselle vaihtoehdolle laadittiin lisäksi laajat ja suppeat mallit (liite 2). Laajoilla malleilla päästään parempaan tulokseen, mutta niiden käyttö vaatii lukuisten eri tekijöiden tuntemista. Suppeiden mallien käyttö on yksinkertaisempaa. Niitä sovellettaessa ei tarvitse ennustaa päivittäisten tai liikematkojen määrää erikseen. Suppeissa malleissa esiintyviä muuttujia ovat matka-aika, matkan hinnan ja tulojen suhde, kotiseutumuuuttuja ja asukastiheys. Laajoihin malleihin on otettu lisäksi matkan toistuvuus, matkan tarkoitus ja tulot.

Pääkulkutavasta riippumattomat mallit jaetaan neljän ja viiden kulkutavan malleihin. Neljän kulkutavan malleissa kulkutapavaihtoehdot ovat:

1. henkilöauto
2. joukkoliikenne
3. taksi
4. kävely

Henkilöauto-kulkutapa sisältää sekä matkustajat että kuljettajat. Malleihin liittyvät muuttujat on lueteltu taulukossa 6. Tarkempi kuvaus löytyy liitteestä 2. Malliryhmät vastaavat edellä mainittua kolmijakoa. Kaukoliikenteen linja-autojen liityntämatkojen malleissa henkilöautolla saavuttiin asemalle lähes poikkeuksetta matkustajina. Siksi näissä malleissa henkilöauto on vain yhtenä kulkutapavaihtoehtona.

Taulukko 6 Liityntäkulkutavan valintaan vaikuttavat tekijät malleissa

malliryhmä	kulkutapa	valintaan vaikuttavat ominaisuudet		
laaja pääkulkutavasta riippumaton; 4 kulkutapaa	henkilöauto	aika	matkan toistuvuus	as.tih ²
	joukkoliikenne	aika	hinta/tulot	tulot
	taksi	aika	hinta/tulot	liikematka
	kävely	aika ²		
suppea pääkulkutavasta riippumaton ; 4 kulkutapaa	henkilöauto	aika	as.tih ²	
	joukkoliikenne	aika	hinta/tulot	
	taksi	aika	hinta/tulot	
	kävely	aika ²		
laaja pääkulkutavasta riippumaton ; 5 kulkutapaa	HA-matkustaja	aika	matkan toistuvuus	as.tih ²
	HA-kuljettaja	aika	hinta/tulot	as.tih ²
	joukkoliikenne	aika	hinta/tulot	tulot
	taksi	aika	hinta/tulot	liikematka
	kävely	aika ²		
suppea pääkulkutavasta riippumaton; 5 kulkutapaa	HA-matkustaja	aika	kotiseutu	
	HA-kuljettaja	aika	hinta/tulot	kotiseutu
	joukkoliikenne	aika	hinta/tulot	
	taksi	aika	hinta/tulot	
	kävely	aika ²		
laaja pääkulkutapana juna	HA-matkustaja	aika	matkan toistuvuus	as.tih ²
	HA-kuljettaja	aika	hinta/tulot	as.tih ²
	joukkoliikenne	aika	hinta/tulot	tulot
	taksi	aika	hinta/tulot	
	kävely	aika ²		
suppea pääkulkutapana juna	HA-matkustaja	aika	as.tih ²	kotiseutu
	HA-kuljettaja	aika	hinta/tulot	as.tih ²
	joukkoliikenne	aika	hinta/tulot	kotiseutu
	taksi	aika	hinta/tulot	
	kävely	aika ²		
laaja pääkulkutapana linja-auto	henkilöauto	aika		
	joukkoliikenne	aika	tulot	kotiseutu
	taksi	aika		
	kävely	aika ²		
suppea pääkulkutapana linja-auto	henkilöauto	aika		
	joukkoliikenne	aika	kotiseutu	
	taksi	aika		
	kävely	aika ²		

Valintamallien selitysasteet, parametrien t-arvot ja hajonnat ovat liitteessä 2.

Eri tekijöiden vaikutusta liityntäkulkutavan valintaan havainnollistetaan seuraavien esimerkkien avulla. Esimerkkeihin on valittu 5 matkustajaa haastattelutaineistosta, ja käytetty kulkutavan valintamalli on pääkulkutavasta riippumaton laaja viiden kulkutavan malli.

Seuraavien kuvien yläosassa on kuvattu kuinka suuren hyödyn tai haitan kukin kulkutavan valintaan vaikuttava tekijä aiheuttaa. Nolla-akselin yläpuoliset osat kuvaavat hyötyjä ja akselin alle jäävät komponentit haittoja. Hyötyä kuvataan paljaalla luvulla (pystyakseli). Sen positiivinen arvo merkitsee etua matkustajalle ja negatiivinen haittaa. Nolla-arvosta ei ole hyötyä eikä haittaa. Yksi palkin osa kuvaa aina yhden valintaan vaikuttavan tekijän merkitystä suhteessa muihin. Mitä suurempi palkki on sitä tärkeämpi ko. tekijä on valinnan kannalta kyseiselle matkustajalle. Se on siis mallissa esiintyvän kertoimen ja muuttujan arvon tulo (esimerkiksi $-2.796 \times \text{matkan hinta ko. matkustajalle} / \text{matkustajan tulot}$).

Kuvien keskellä on komponenttien yhteisvaikutus koettuun kokonaishyötyyn. Positiivinen arvo merkitsee hyötyä ja negatiivinen haittaa.

Kuvien alalaidassa on kunkin kulkutavan valintatodennäköisyys. Mainittu prosenttiosuus kertoo, kuinka monta prosenttia kuvatuista matkustajista valitsisi kulloinkin kyseessä olevan kulkutavan. Taustatiedot, matkan tarkoitus ja liikennejärjestelmä olisivat näille matkustajille samat.

Valintatodennäköisyydet saadaan kokonaishyötyarvoista, laskemalla

$$P(k) = \frac{e^{U_k}}{\sum_{i=1}^N e^{U_i}} \quad (\text{Yhtälö 1})$$

k on kulkutapa

N on kullekin matkustajille mahdollisten kulkutapavaihtoehtojen määrä

U_k on kulkutavan k hyötyfunktio (taulukko 6)

Σ tarkoittaa summaa

Todennäköisyyslausekkeen nimittäjässä ovat kaikkien kulkutapojen hyötyfunktio. Siten kulkutavan valintaan vaikuttaa, miten hyviä muut kulkutavat ovat.

Esimerkki 1

Matkan ominaisuudet:

1. Linnuntie-etäisyys asemalle on 4,9 km
2. Matka tehdään kotiseudulla
3. Kyseessä on vapaa-ajan matka
4. Matka toistuu harvemmin kuin kerran kuussa
5. Lähtöalue on harvaan asuttua seutua (82 as/km²)
6. Matka-ajat eri kulkutavoille ovat

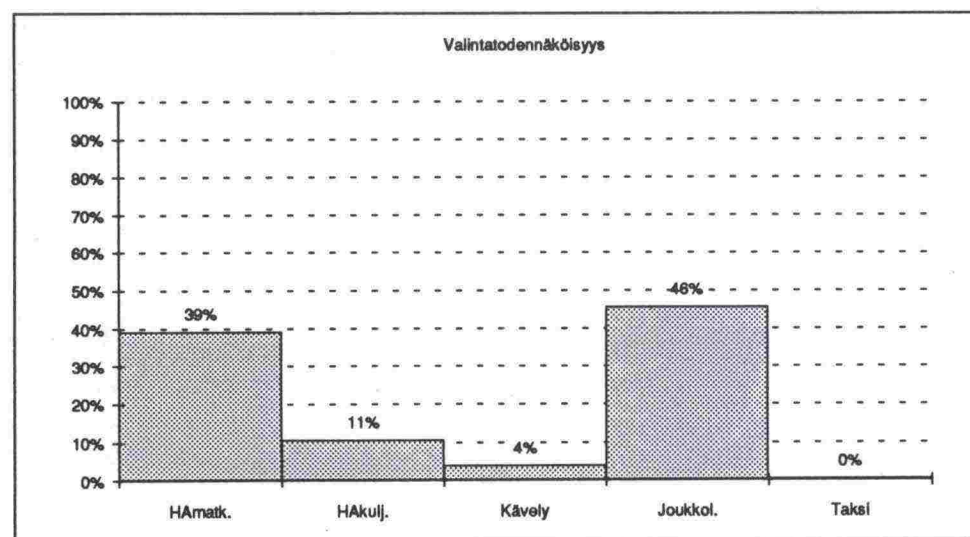
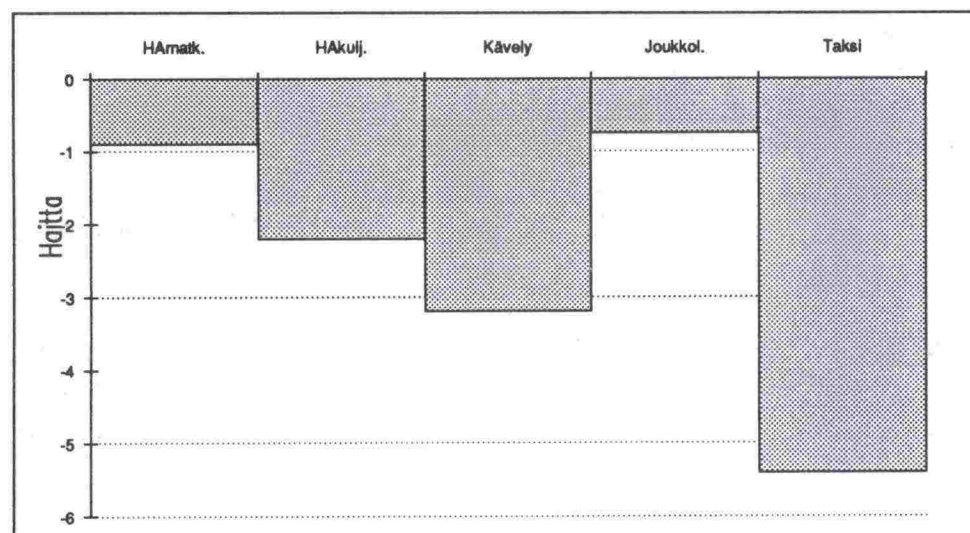
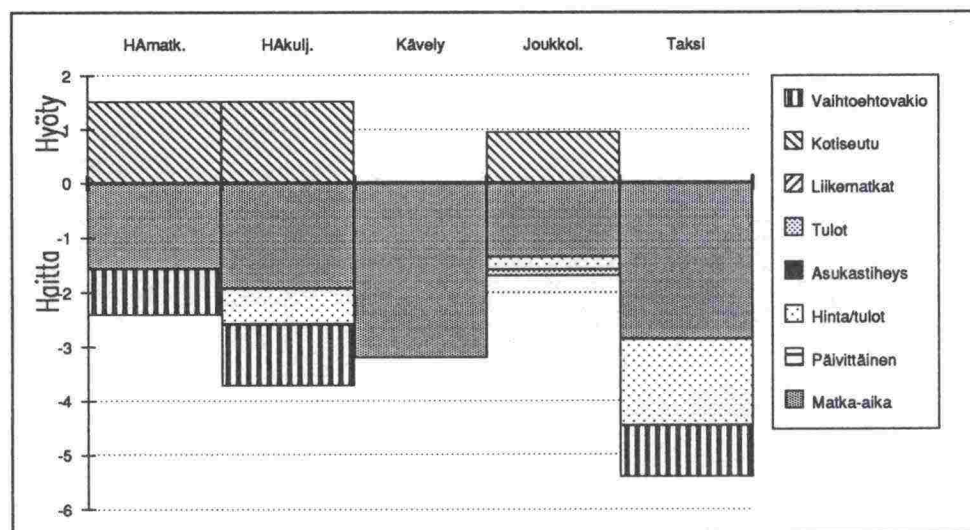
HA-matkustaja	15 min
HA-kuljettaja	17 min
joukkoliikenne	25 min
taksi	14 min
kävely	88 min
7. Matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	18 mk
joukkoliikenne	7 mk
taksi	43 mk
8. Matkustajan tulot ovat 27 000 mk vuodessa ja tällä on henkilöauto käytössään.

Esimerkkiin on poimittu todellinen matkustaja tutkimusaineistosta. Kaukoliikenteen juna- ja linja-automatkustajista merkittävä osa on opiskelijoita ja eläkeläisiä, joiden tulot ovat melko alhaiset. Tulot vastaavat vuoden 1990 tulotasoa. Pääkulkutapojen matkustajien tulojakaumista on kerrottu enemmän liitteessä 5.

Esimerkissä on henkilöautoin matkustajalle ja kuljettajalle käytetty omia matka-aikamallejaan. Matka-ajat ovat erisuuria, koska kaikille kulkutavoille on käytetty eri matka-aikamalleja. Matka tehdään kotiseudulla, jolloin oman auton käyttö on mahdollista. Siksi henkilöauton kulkutavoissa näkyvät positiiviset hyötykomponentit. Samoin joukkoliikenteen linjastot ja aikataulut tunnetaan kotiseudulla paremmin. Tärkein kulkutavan valintaan vaikuttava tekijä tälle matkustajalle näyttää olevan matka-aika.

Mallin mukaan huonoin vaihtoehto on taksi ja paras joukkoliikenne. 46 % vastaavan kaltaisista matkustajista tekisi matkan joukkoliikennevälineellä ja 39 % henkilöautolla matkustajana. Tämä matkustaja oli haastattelututkimuksessa päättänyt tulla asemalle henkilöautolla matkustajana.



Kuva 15 Hyödyt ja valintatodennäköisyys matkustajalle
(esimerkki 1; pääkulkutavasta riippumaton viiden kulkutavan malli)

Esimerkki 2

Matkan ominaisuudet:

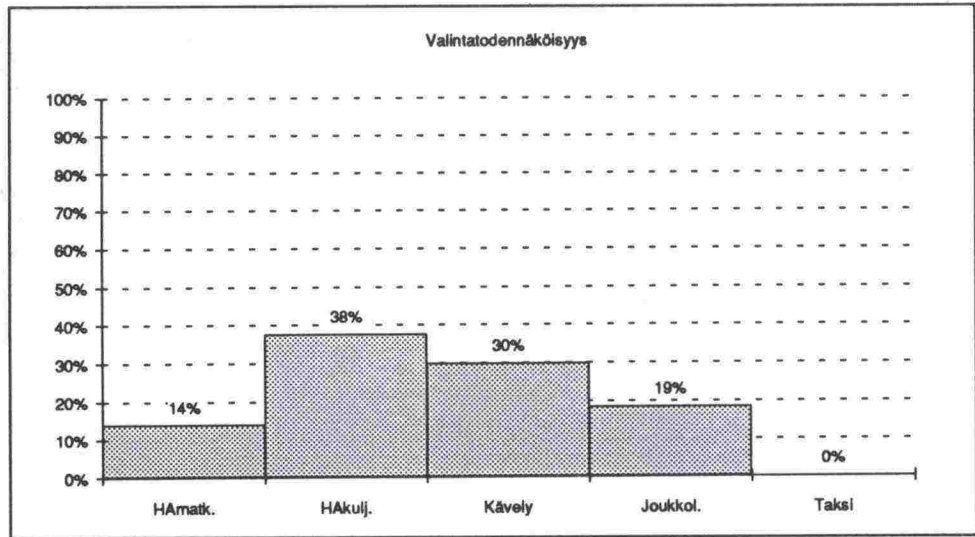
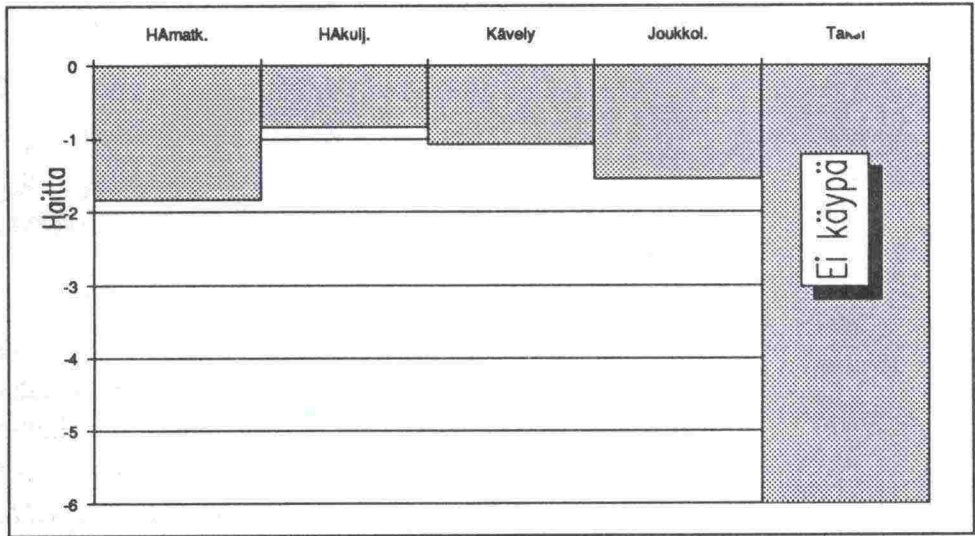
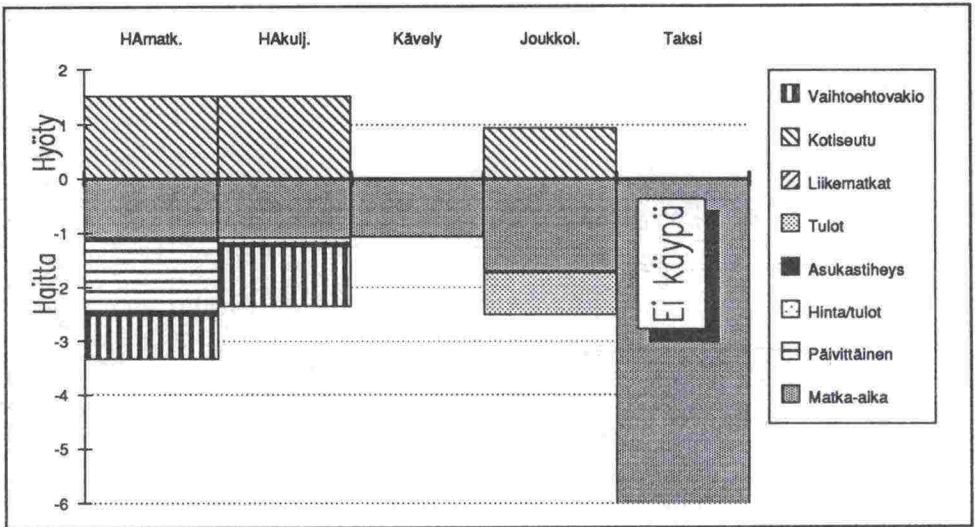
1. Linnuntie-etäisyys asemalle on 2,8 km
2. Matka tehdään kotiseudulla
3. Kyseessä on työmatka
4. Matka on päivittäinen, joten taksi ei ole käypä vaihtoehto
5. Lähtöalue on kohtalaisen harvaan asuttua seutua (245 as/km²)
6. Matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	11 min
HA-kuljettaja	9 min
joukkoliikenne	22 min
taksi	12 min
kävely	51 min
7. Matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	17 mk
joukkoliikenne	7 mk
taksi	30 mk
8. Matkustajan tulot ovat 198 000 mk vuodessa ja tällä on henkilöauto käytössään.

Matka tehdään kotiseudulla kuten esimerkissä 1. Siksi henkilöauton kulkutavoissa näkyvät positiiviset hyötykomponentit. Samoin joukkoliikenteen linjastot ja aikataulut tunnetaan kotiseudulla paremmin. Tärkeimmät kulkutavan valintaan vaikuttavat tekijät tälle matkustajalle ovat matka-aika ja matkan päivittäisyys. Hinnan merkitys on vähäisempi kuin edellisessä esimerkissä, koska matkustajan tulot ovat nyt korkeammat.

Mallin mukaan taksi ei ole käypä ja paras vaihtoehto on henkilöauto (kuljettajana). 38 % vastaavan kaltaisista matkustajista tekisi matkan henkilöautolla kuljettajina ja 30 % kävellen. Tämä matkustaja oli haastattelututkimuksessa päättänyt tulla asemalle henkilöautolla ajaen.



Kuva 16 Hyödyt ja valintatodennäköisyys matkustajalle
(esimerkki 2; pääkulkutavasta riippumaton viiden kulkutavan malli)

Esimerkki 3

Matkan ominaisuudet:

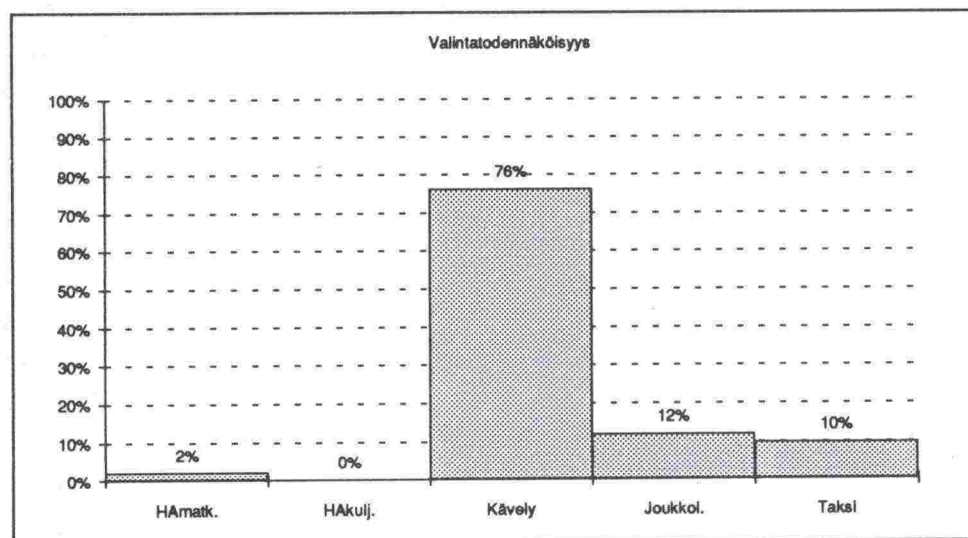
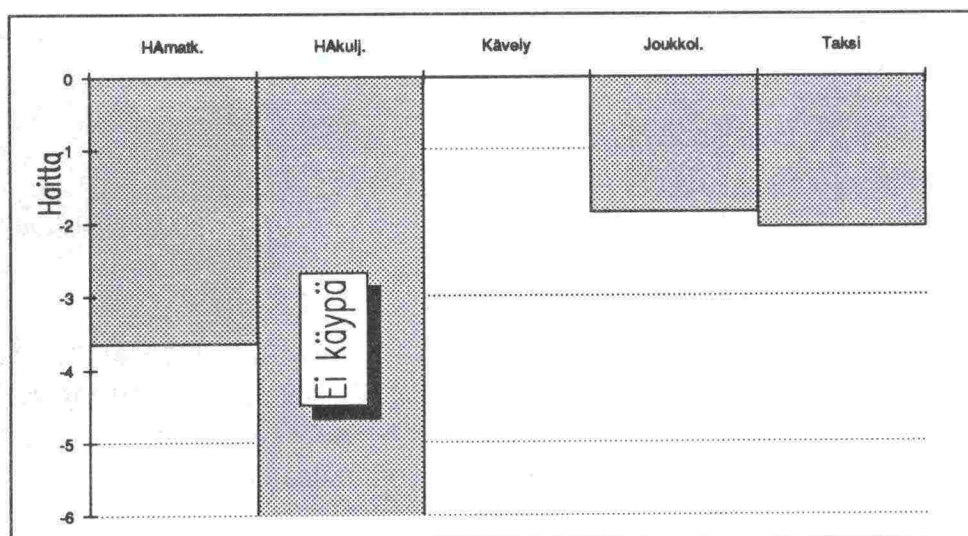
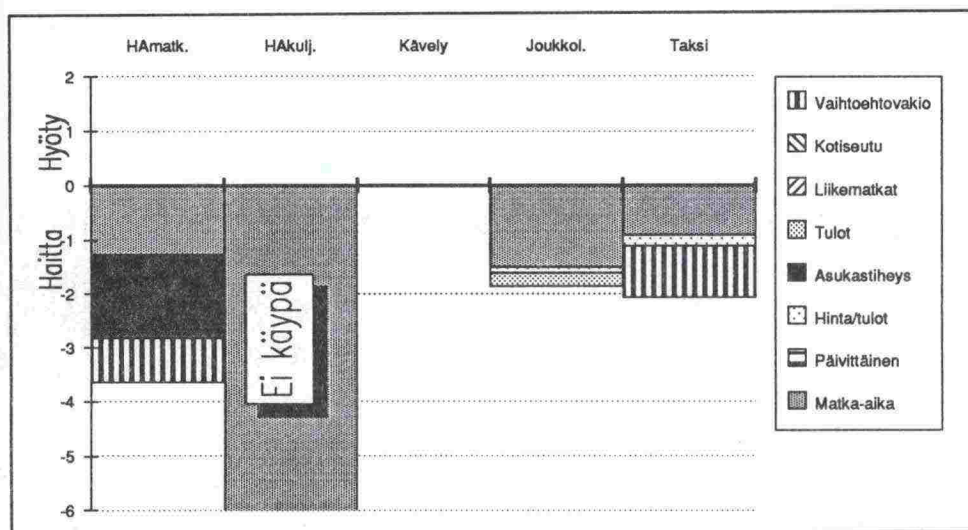
1. Linnuntie-etäisyys asemalle on 0,4 km
2. Matkan määrää ei ole kotiseutua
3. Kyseessä on opiskeluun liittyvä matka
4. Matka toistuu harvoin
5. Määräpaikka on tiheään asuttua seutua (3729 as/km²)
6. Matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	13 min
HA-kuljettaja	9 min
joukkoliikenne	15 min
taksi	8 min
kävely	6 min
7. Matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	15 mk
joukkoliikenne	7 mk
taksi	14 mk
8. Matkustajan tulot ovat 66 000 mk vuodessa, eikä matkustajalla ole henkilöautoa käytössään.

Liityntämatka ei ole kotiseudulla. Siksi kaikki hyödyn komponentit ovat negatiivisia. Matkustaja ei voi kulkea henkilöautolla kuljettajana, siksi matka--ajan haittakomponentti on merkitty äärettömän suureksi. Tärkein kulkutavan valintaan vaikuttava tekijä tälle matkustajalle on matka-aika.

Mallin mukaan paras vaihtoehto on kävely. 76 % vastaavan kaltaisista matkustajista tekisi matkan kävellen. Henkilöautoa kuljettajana ei valitsisi ainoakaan, koska ko. matkustajilla ei ole käytössään henkilöautoa. Tämä matkustaja oli myös todellisuudessa valinnut kävelyn.



Kuva 17 Hyödyt ja valintatodennäköisyys matkustajalle
 (esimerkki 3; pääkulkutavasta riippumaton viiden kulkutavan malli)

Esimerkki 4

Matkan ominaisuudet:

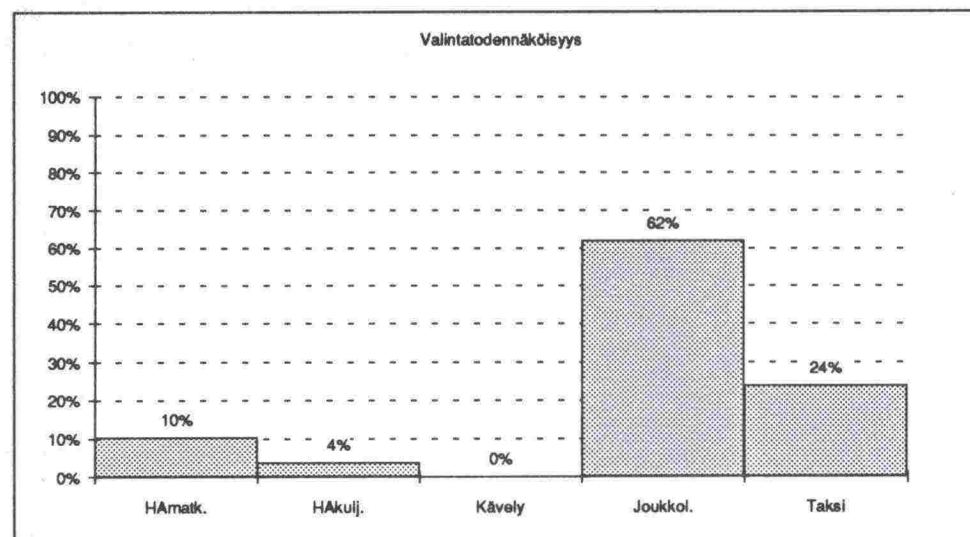
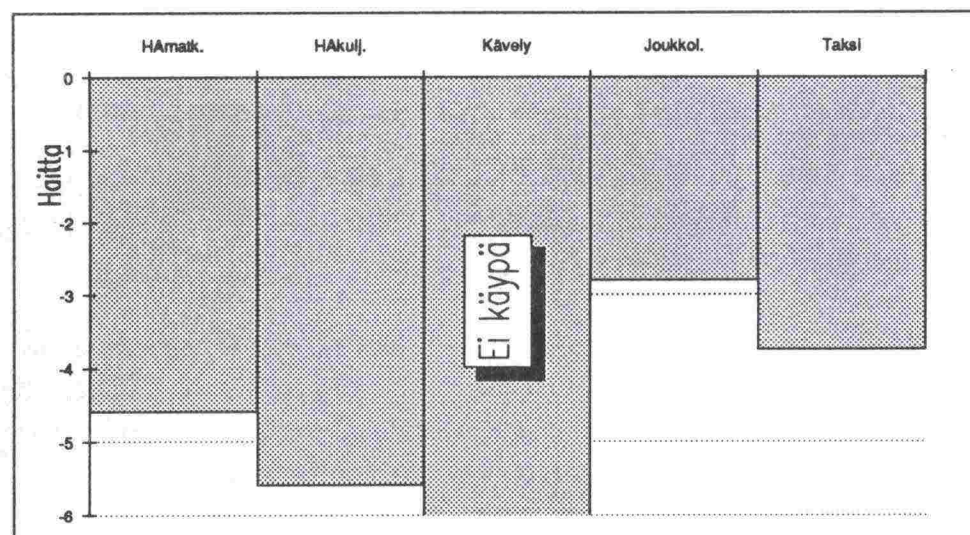
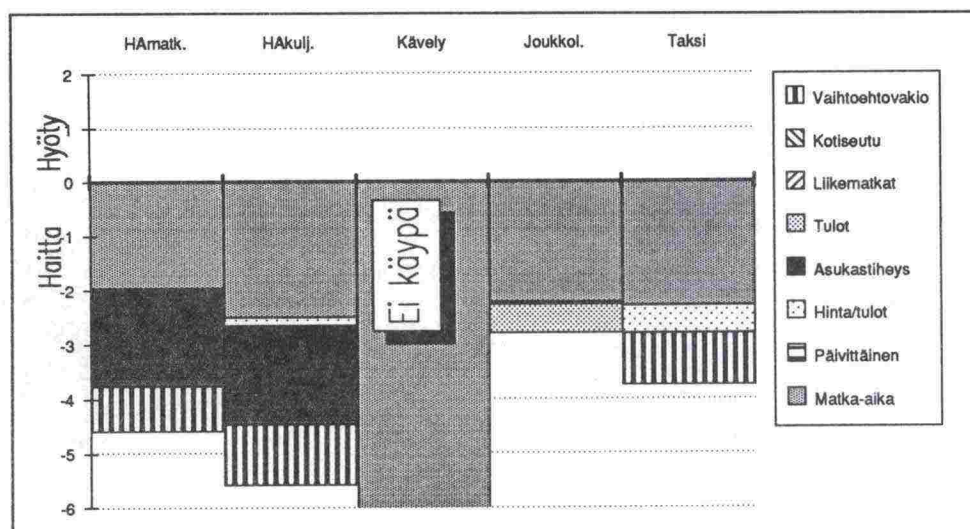
1. Linnuntie-etäisyys asemalle on 8,5 km
2. Matkan määrääpää ei ole kotiseutua
3. Kyseessä on opiskeluun liittyvä matka
4. Matka tehdään kerran kuukaudessa
5. Lähtöpaikan asukastiheys on 1021 as/km²
6. Matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	19 min
HA-kuljettaja	22 min
joukkoliikenne	21 min
taksi	20 min
kävely	152 min
7. Matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	20 mk
joukkoliikenne	7 mk
taksi	66 mk
8. Matkustajan tulot ovat 133 000 mk vuodessa, ja matkustajalla on henkilöauto käytössään.

Liityntämatka ei ole kotiseudulla, joten kaikki hyödyn komponentit ovat negatiivisia. Matkustaja ei voi kävellä asemalle, koska matka on kohtuuttoman pitkä. Tärkeimmät kulkutavan valintaan vaikuttavat tekijät tälle matkustajalle ovat matka-aika ja alueen asukastiheys (ts. ruuhkautuminen).

Mallin mukaan paras vaihtoehto on joukkoliikenne. 62 % vastaavan kaltaisista matkustajista tekisi matkan joukkoliikennettä käyttäen. Yksikään ei saapuisi asemalle kävellen. Tämä matkustaja oli myös todellisuudessa valinnut joukkoliikenteen.



Kuva 18 Hyödyt ja valintatodennäköisyys matkustajalle
(esimerkki 4; pääkulkutavasta riippumaton viiden kulkutavan malli)

Esimerkki 5

Matkan ominaisuudet:

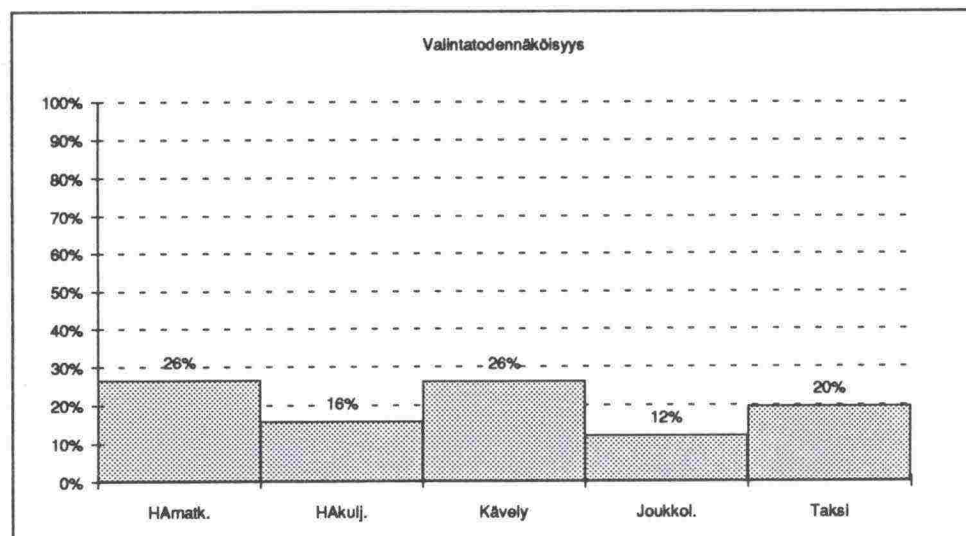
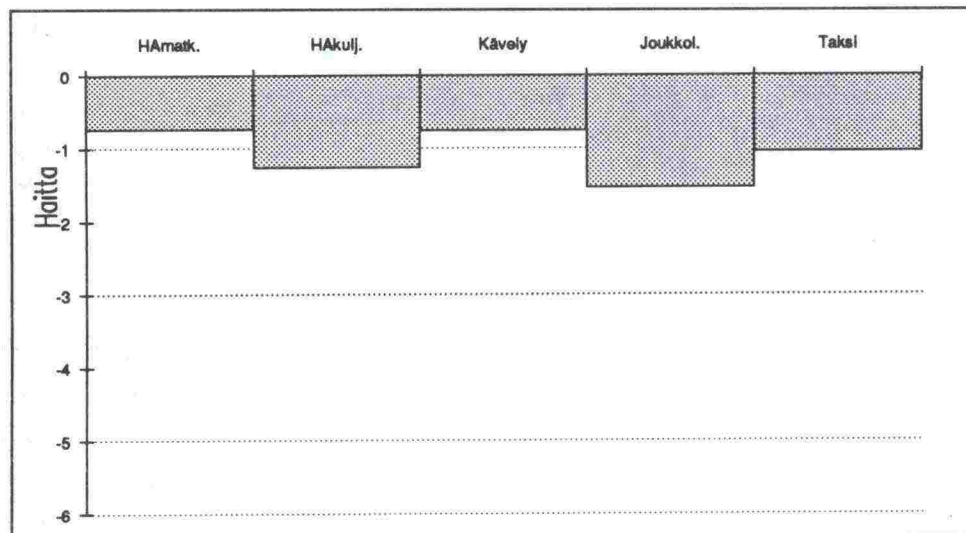
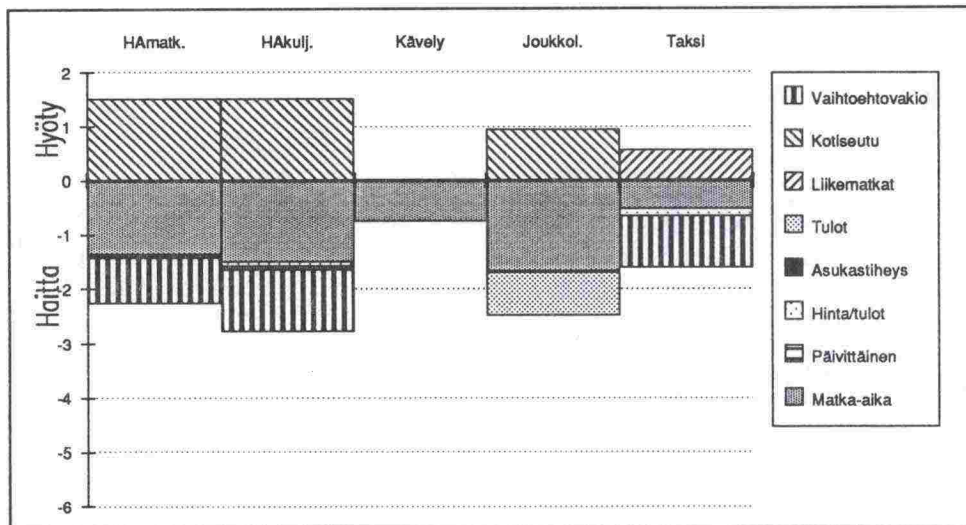
1. Linnuntie-etäisyys asemalle on 2,4 km
2. Matka tehdään kotiseudulla
3. Kyseessä on liikematka
4. Matka toistuu 2-3 kertaa kuukaudessa
5. Lähtöalue on kohtalaisen harvaan asuttua seutua (248 as/km²)
6. Matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	13 min
HA-kuljettaja	13 min
joukkoliikenne	22 min
taksi	11 min
kävely	43 min
7. Matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	16 mk
joukkoliikenne	7 mk
taksi	27 mk
8. Matkustajan tulot ovat 198 000 mk vuodessa ja tällä on henkilöauto käytössään.

Matka tehdään kotiseudulla. Siksi henkilöauton kulkutavoissa näkyvät positiiviset hyötykomponentit. Samoin joukkoliikenteen linjastot ja aikataulut tunnetaan kotiseudulla paremmin. Taksin käyttö on yleisempää liikematoilla kuin muilla matkoilla. Tämä näkyy positiivisena komponenttina taksin hyötyfunktiossa. Hinnan merkitys on vähäinen, koska matkustajan tulot ovat kohtalaisen korkeat.

Mallin mukaan mikään vaihtoehto ei ole ylivoimaisesti paras. Henkilöauto matkustajana, kävely ja taksi ovat kohtalaisen tasavertaisia vaihtoehtoja. Tämä matkustaja oli myös haastattelututkimuksessa päättänyt tulla asemalle taksilla.



Kuva 19 Hyödyt ja valintatodennäköisyys matkustajalle
(esimerkki 5; pääkulutavasta riippumaton viiden kulkutavan malli)

Edellisissä esimerkeissä havainnollistettiin vain yhden mallin käyttäytymistä erilaisissa tilanteissa. Liitteeseen 3 on koottu vastaavia esimerkkejä kaikille muillekin malliryhmille.

LUKU 4 MALLIEN SOVELTAMINEN

4.1 Mallien käyttötarkoitus

Liityntäliikenteen mallien avulla voidaan arvioida

1. liityntäliikenteen kehittämistarpeita
2. miten matkustajat ovat saapuneet asemille
3. miten hyvin pääkulkutapa on tavoitettavissa
4. liityntämatkan osuutta pääkulkutavan valinnassa.

Liityntäliikenteen mallit on laadittu siten, että ne voidaan liittää osaksi valtakunnallisia liikennevirtamalleja. Pääkulkutavan valintaan vaikuttaa, miten helposti matkustaja pääsee asemalle. Toisaalta malleja voidaan käyttää myös sellaisenaan liityntämatkan kuvaamiseen.

Mallit on tarkoitettu strategiatason tarkasteluihin, eivätkä ne sovellu yksittäisen joukkoliikennelinjan suunnitteluun. Mallit ennustavat liityntäkulkutavan valinnan, eikä niistä tule johtaa esimerkiksi ajan arvoja matkustajille.

4.2 Liityntäliikenteen ominaisuuksien mallit

Liityntäliikenteen ominaisuusmallit ovat apumalleja, joiden avulla luotiin liityntäkulkutavan valintamallit. Niiden käyttö ei ole välttämättä jatkossa tarpeellista. Matka-ajat voidaan laskea myös suoraan liikenneverkoista. Mallit kuvaavat matkustajien kokemia matka-aikoja. Koska matka-aikamallit ovat laadittu toteutettujen matkojen perusteella, voivat keskimääräiset matka-ajat aseman- ja lähtö/määräpaikan välillä olla pitempiä. Liityntäliikenteen kulkutavan valintamallit on laadittu matka-aikamallien pohjalta, ja siten nämä malliryhmät sopivat keskenään hyvin yhteen.

Matka-aikamallien vaatimat lähtötiedot ovat:

1. kaupunginosan linnuntie-etäisyys asemasta (km)
2. asukastiheys kunnassa (as/km^2)
3. katutiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
4. tietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
5. kantatietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
6. kokonaistietiheys kunnassa ($1/\text{km}$)
7. asemakohtainen vakio (1 = juna-asema, 0 = linja-autoasema)

Vaikka liityntämatka-ajat voidaankin periaatteessa laskea liikenneverkoista, ovat nämä yleensä koodattu niin epätarkasti, ettei tarkkuus riitä liityntämatkojen matka-aikojen määrittämiseen. Laadittuja matka-aikamalleja tulisiikin

käyttää juuri liikenneverkkojen koodauksen apuna. Liityntäyhteydet asemille voidaan kuvata käyttäen matka-aikamallien tuottamia aikoja.

4.3 Liityntäkulkutavan valintamallit

4.3.1 Malliryhmän valinta

Liityntäliikenteen mallit jaettiin kolmeen pääryhmään:

1. Pääkulkutavasta riippumattomat liityntäkulkutavan mallit
2. Liityntäkulkutavan mallit kaukoliikenteen juna-asemille
3. Liityntäkulkutavan mallit kaukoliikenteen linja-autoasemille

Ryhmän 1 malleja voidaan käyttää ainakin kaukoliikenteen juna- ja linja-auton liityntämatkojen kuvauksessa. Ne saattavat soveltua myös lentoliikenteen jatkoysteiksille, mutta tätä ei ole testattu. Pääkulkutavasta riippuvat mallit on taas tarkoitettu kulkutapakohtaisiin tarkasteluihin.

Jokaiselle vaihtoehdolle laadittiin lisäksi laajat ja suppeat mallit. Laajojen mallien käyttö on suositeltavaa. Jos kaikkia tarvittavia muuttujia ei kuitenkaan pystytä selvittämään, voidaan liityntäkulkutavan valintaa arvioida myös suppeiden mallien avulla.

Kaukoliikenteen linja-auton liityntämatkan mallit ovat erittäin karkeita, koska saatavilla olevan aineiston perusteella ei pystytty arvioimaan pysäkkiä, jolla matkustaja nousi kaukoliikenteen linja-autoon tai poistui tästä. Lisäksi linja-auton kyselytutkimus oli suppea. Mallit toimivat parhaiten silloin, kun matkustaja käyttää linja-autoasemaa tai tämän läheisyydessä olevia pysäkkejä. Jos aseman ja pysäkin välinen etäisyys kasvaa suureksi, tulisi aseman ja lähtö-/määräpaikan välisen etäisyyden sijasta arvioida etäisyys lähtö-/määräpaikasta pysäkille. Harvaan asutuilla alueilla vaihtoehtojoukko on kuitenkin suppeampi.

Linja-auton liityntämalleja voidaan käyttää silloin, kun vain etäisyys asemille tunnetaan. Jos taas tiedetään myös etäisyys sekä mahdolliset liityntäkulkutavat lähimmälle pysäkille, tulisi liityntäkulkutavan valinnassa käyttää muita malleja.

4.3.2 Muuttujat

Kulkutavan valintamallit käyttävät seuraavia muuttujia:

1. Matka-aika (min)
2. Matkan hinta (mk)

3. Tulot
4. Matkan toistuvuus (vain laajat mallit)
5. Kotiperäinen matka
6. Matkan tarkoitus (vain laajat mallit)
7. Aukastiheys (as/km²)

4.4 Jatkotutkimusehdotukset

4.4.1 Joukkoliikenteen palvelutaso

Liityntäliikenteen malleissa joukkoliikenne oli aina käypä vaihtoehto. Todellisuudessa se saattaa olla vain silloin järkevä vaihtoehto, kun kaupunginosasta on linja suoraan asemalle. Malleja pystyttäisiin huomattavasti parantamaan, jos joukkoliikenteen palvelutaso tunnettaisiin yksityiskohtaisemmin. Kultakin asemalta tulisi selvittää jatkoyhteydet eri kaupunginosiin. Työ palvelisi myös TELMO-aikatauluneuvonnan tarpeita. Joukkoliikenteen palvelutasosta tulisi tuntea

1. matka-ajat asemalla
2. pää- ja liityntäkulkutapojen vuorojen lähtöajat ja vuorovälit
3. matkakustannukset ja matkan maksaja
4. vaihtojen sujuvuus
5. kilpailevat pää- ja liityntäkulkutavat

Odotusaikoja ei tämän työn yhteydessä pystytty mallintamaan. Osasyynä oli joukkoliikenteen palvelutasomuuttujien heikko laatu. Lisäksi kyselytutkimuksessa ei oltu eritelty odotusaikojen syitä. Jatkossa voitaisiinkin pyrkiä selvittämään haastattelututkimuksin, mistä tekijöistä odotusaika koostuu ja miten vuorotiheyden parantaminen vaikuttaa koettuihin odotusaikoihin, sekä miten matkustajat käyttävät kulkutapojen välisen vaihtajat esimerkiksi matkakessuksissa tai erillisillä juna- ja linja-autoasemilla.

4.4.2 Linja-autoliikenne

Linja-autoliikenne mallinnettiin käyttäen etäisyyttä asemalle. Linja-auton liityntämatkan malleja voitaisiin täydentää pysäkinvalinnan malleilla. Vaihtoehtoina olisivat lähin linja-autoasema ja lähin piste pääkulkutavan linjalla. Tällöin pysäkkien koordinaatit ja jatkoyhteydet pysäkeiltä pitäisi selvittää.

4.4.3 Lentoliikenne

Lentoliikenteen matkustajien tulot ja matkan tarkoitusjakaumat poikkeavat linja-auton ja junan matkustajien jakaumista. Nämä tekijät on otettu huomioon

liityntäliikenteen malleissa. Mallien toimivuus lentoliikenteen liityntämatkoilla tulisi kuitenkin testata. Työtä varten tulisi kerätä lentoliikenteen tutkimusaineistoa, josta selviää mm. lähtö- ja määräpaikka kaupunginosan tarkkuudella, matkan tarkoitus, valittu liityntäkulkutapa, matkustajan tulot ja kotipaikka.

4.4.4 Pysäköinti asemien ympäristössä

Henkilöauton liityntämatkan malleja voitaisiin parantaa arvioimalla pysäköinti-mahdollisuudet ja pysäköintikustannukset asemilla ja linja-autojen pysäkkien läheisyydessä. Myös kyselytutkimuksia tulisi täydentää pysäköintiajan ja kustannusten osalta.

4.4.5 Valtakunnalliset liikennevirtamallit

Liityntämatkan sujuvuus vaikuttaa pääkulkutavan valintaan. Siten mallit tulisi kytkeä osaksi pääkulkutavan valintaa. Menettely parantaisi liikenne-ennusteiden tasoa.

4.4.6 Valtakunnallinen liikenneverkkokuvaus

Matka-ajat asemille laskettiin työn aikana laadittujen mallien avulla. Vaihtoehtoinen tapa olisi laskea ne atk-muotoisesta liikenneverkkojärjestelmästä.

Matka-aikojen, odotusaikojen ja vaihtojen laskentatarve toistuu aina liikenne-ennusteita tehtäessä. Valtakunnallisten henkilöliikenne-ennusteiden toteutus olisi vaivattomampaa, jos nykytilanteen liikennejärjestelmäkuvaus olisi aina saatavilla esimerkiksi liikenneministeriöstä. Järjestelmän tulisi käsittää tieverkon ja joukkoliikennekuvauksen liityntämatkoineen, ja sen tulisi olla siirrettävissä yleisimmin käytössä oleviin liikennesuunnitteluohjelmistoihin.

4.4.7 Liityntäliikenteen kehittämisen vaikutukset joukkoliikenteen käyttöön

Kielteinen päätös tehdä runkomatka joukkoliikennevälineellä voi johtua heikoista liityntäyhteyksistä. Liityntäliikennejärjestelyjen kehittämisellä on tärkeä osa joukkoliikennepalvelujen parantamisessa. Nopeiden joukkoliikenneyhteyksien ja tähän liitettyjen matkakeskus- ja liityntäliikennejärjestelyjen yhteisvaikutusta mahdollisuutena lisätä joukkoliikenteen käyttöä tulisikin tutkia. Tielaitos ja Valtionrautatiet on teettänyt liikennemuotojen välistä yhteistyötä koskevan kehittämisselvityksen. Työssä on selvitetty palvelumuotoja, joilla matkan sujuvuutta ja miellyttävyyttä lähtöpaikasta määräpaikkaan voitaisiin lisätä. Näiden palvelujen ja esimerkiksi nopeiden junayhteyksien kokonaisvaikutusta junien matkustajarakenteeseen ja joukkoliikenteen kokonaiskysyntään ei ole tutkittu. Esimerkiksi stated preference -menetelmät tarjoavat mahdolli-

suuden arvottaa matkustajien käsityksiä uusista asema-, lipunmyynti- ja liityntäpysäköinti- sekä kutsutaksijärjestelyistä. Joukkoliikennematka koostuu yleensä useista eri matkan komponenteista. Stated preference -menetelmillä pystytään arvottamaan liityntämatka uusine palvelumuotoineen osaksi koko matkaa ja näin arvioimaan sen merkitystä matkapäätöksentekoon.

LIITE 1 MATKA-AIKAMALLIEN PARAMETRIT

Taulukko 7 Matka-aikamallien parametrit

Liityntäkulkutapa	Malli	Muuttuja	Arvo	90 % luottamusväli		Keskijointa
HA, matkustaja	y ₁	x ₃ etäisyys	0.829	0.736	0.922	0.057
		x ₆ tietiheys kunnassa	-11.426	-21.173	-4.547	4.164
	y ₂	√x ₃ neliöj. etäisyydestä	6.733	5.000	8.466	1.049
		x ₄ asukastih. kunnassa	0.005	0.001	0.008	0.002
	y ₃	x ₆ tietiheys kunnassa	-24.754	-42.154	-7.353	10.533
		√x ₃ neliöj. etäisyydestä	6.070	5.215	6.926	0.518
HA, kuljettaja	y ₁	x ₆ tietiheys kunnassa	-14.178	-22.686	-5.670	5.150
		x ₁₀ asemavakio	5.504	4.290	6.717	0.729
	y ₂	x ₆ tietiheys kunnassa	-16.284	-27.168	-5.399	6.544
		x ₁₀ asemavakio	-9.022	-15.062	-2.982	3.631
	y ₃	√x ₃ neliöj. etäisyydestä	6.110	3.966	8.255	1.290
		x ₁₀ asemavakio	-18.898	-29.791	-8.015	6.544
HA, matkustaja ja kuljettaja yhdessä	y ₁	√x ₃ neliöj. etäisyydestä	5.582	4.056	7.108	0.917
		x ₆ tietiheys kunnassa	-19.160	-32.850	-5.470	8.230
	y ₂	x ₁₀ asemavakio	-14.013	-21.610	-6.416	4.567
		√x ₃ neliöj. etäisyydestä	5.977	5.378	6.576	0.363
	y ₃	x ₆ tietiheys kunnassa	-11.554	-17.370	-5.737	3.525
		x ₁₀ asemavakio	-3.040	-5.334	-0.746	1.390
Joukkoliikenne	y ₁	√x ₃ neliöj. etäisyydestä	6.617	5.164	8.070	0.881
		x ₅ katutiheys kunnassa	1.427	0.253	2.602	0.712
	y ₂	x ₆ tieyhteys kunnassa	-28.704	-42.104	-15.303	8.122
		√x ₃ neliöj. etäisyydestä	5.898	5.155	6.641	0.451
	y ₃	x ₆ tietiheys kunnassa	-15.931	-23.145	-8.718	4.372
		x ₁₀ asemavakio	-3.675	-6.520	-0.830	1.724
Taksi	y ₁	x ₃ etäisyys	0.785	0.716	0.854	0.042
		x ₅ katutiheys kunnassa	-1.551	-2.366	-0.737	0.494
	y ₂	x ₆ kantatietih. kunnassa	-64.944	-110.326	-19.563	27.523
		x ₃ etäisyys	1.059	0.932	1.186	0.077
	y ₃	x ₆ kok.tietih. kunnassa	-4.038	-5.607	-2.496	0.952
		x ₁₀ asemavakio	9.385	3.180	15.589	3.763
Taksi	y ₁	x ₃ etäisyys	0.902	0.821	0.982	0.049
		x ₅ katutiheys kunnassa	-2.346	-3.298	-1.365	0.577
	y ₂	x ₆ kantatietih. kunnassa	-86.185	-139.205	-33.165	32.156
		√x ₃ neliöj. etäisyydestä	5.347	4.634	6.115	0.447
	y ₃	x ₄ asukastih. kunnassa	0.001	0.001	0.002	0.0004
		ln (1+x ₃) log. muunnos etäisyydestä	9.812	6.489	13.134	2.004
Taksi	y ₁	x ₆ kantatietih. kunnassa	113.504	34.121	192.888	47.888
		√x ₃ neliöj. etäisyydestä	5.889	5.037	6.741	0.514
	y ₂	x ₆ kok.tietih. kunnassa	0.794	0.295	1.292	0.301
		ln (1+x ₃) log. muunnos etäisyydestä	9.812	6.489	13.134	2.004
	y ₃	x ₆ kantatietih. kunnassa	113.504	34.121	192.888	47.888
		√x ₃ neliöj. etäisyydestä	5.889	5.037	6.741	0.514

LIITE 2 KULKUTAVAN VALINTAMALLIEN PARAMETRIT

2.1 Pääkulkutavasta riippumattomat mallit

2.1.1 Kulkutapojen hyötyfunktiot

Taulukko 8 Liityntäkulkutavan valintamallien hyötyfunktiot

malliryhmä	kulkutapa	hyötyfunktio
laaja pääkulkutavasta riippumaton; 4 kulkutapaa	henkilöauto	$-0.1111 \times \text{aika} - 0.9176 \times \text{päivitt} - 0.1206 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.402 \times \text{kotiseutu}$
	joukkoliikenne	$-0.07484 \times \text{aika} - 2.513 \times \text{hinta/tulot} - 0.001535 \times \text{tulot} + 0.8733 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.09263 \times \text{aika} - 2.513 \times \text{hinta/tulot} + 0.6019 \times \text{liikematka} - 0.9283$
	kävely	$-0.0003947 \times \text{aika}^2$
suppea pääkulkutavasta riippumaton; 4 kulkutapaa	henkilöauto	$-0.07518 \times \text{aika} - 0.1225 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2$
	joukkoliikenne	$-0.07588 \times \text{aika} - 2.796 \times \text{hinta/tulot}$
	taksi	$-0.07793 \times \text{aika} - 2.796 \times \text{hinta/tulot} - 0.8828$
	kävely	$-0.0004332 \times \text{aika}^2$
laaja pääkulkutavasta riippumaton; 5 kulkutapaa	HA-matkustaja	$-0.1016 \times \text{aika} - 1.370 \times \text{päivitt} - 0.1108 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.511 \times \text{kotiseutu} - 0.8366$
	HA-kuljettaja	$-0.1155 \times \text{aika} - 2.796 \times \text{hinta/tulot} - 0.1108 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.511 \times \text{kotiseutu} - 1.127$
	joukkoliikenne	$-0.07897 \times \text{aika} - 2.796 \times \text{hinta/tulot} - 0.001425 \times \text{tulot} + 0.9463 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.08886 \times \text{aika} - 2.796 \times \text{hinta/tulot} + 0.5579 \times \text{liikematka} - 0.9584$
	kävely	$-0.0004126 \times \text{aika}^2$
suppea pääkulkutavasta riippumaton; 5 kulkutapaa	HA-matkustaja	$-0.1104 \times \text{aika} + 1.723 \times \text{kotiseutu} - 1.481$
	HA-kuljettaja	$-0.1258 \times \text{aika} - 3.229 \times \text{hinta/tulot} + 1.723 \times \text{kotiseutu} - 1.535$
	joukkoliikenne	$-0.1026 \times \text{aika} - 3.229 \times \text{hinta/tulot} + 0.9858 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.09584 \times \text{aika} - 3.229 \times \text{hinta/tulot} - 0.6838$
	kävely	$-0.0004527 \times \text{aika}^2$
laaja pääkulkutapana juna	HA-matkustaja	$-0.1533 \times \text{aika} - 1.722 \times \text{päivitt} - 0.1208 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.487 \times \text{kotiseutu}$
	HA-kuljettaja	$-0.1409 \times \text{aika} - 3.306 \times \text{hinta/tulot} - 0.1208 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.487 \times \text{kotiseutu} - 0.7829$
	joukkoliikenne	$-0.08790 \times \text{aika} - 3.306 \times \text{hinta/tulot} - 0.001187 \times \text{tulot} + 1.042 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.1299 \times \text{aika} - 3.306 \times \text{hinta/tulot}$
	kävely	$-0.0004601 \times \text{aika}^2$
suppea pääkulkutapana juna	HA-matkustaja	$-0.1344 \times \text{aika} - 0.1049 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.604 \times \text{kotiseutu} - 0.6694$
	HA-kuljettaja	$-0.1451 \times \text{aika} - 3.160 \times \text{hinta/tulot} - 0.1049 \text{ E-}06 \times \text{as.tih}^2 + 1.604 \times \text{kotiseutu} - 0.8746$
	joukkoliikenne	$-0.1044 \times \text{aika} - 3.160 \times \text{hinta/tulot} + 1.027 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.1355 \times \text{aika} - 3.306 \times \text{hinta/tulot}$
	kävely	$-0.0004774 \times \text{aika}^2$
laaja pääkulkutapana linja-auto	henkilöauto	$-0.08549 \times \text{aika} - 0.9019$
	joukkoliikenne	$-0.06888 \times \text{aika} - 0.002156 \times \text{tulot} + 0.8304 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.2148 \times \text{aika} - 0.9283$
	kävely	$-0.0002575 \times \text{aika}^2$
suppea pääkulkutapana linja-auto	henkilöauto	$-0.09827 \times \text{aika} - 0.7154$
	joukkoliikenne	$-0.08701 \times \text{aika} + 0.6873 \times \text{kotiseutu}$
	taksi	$-0.2256 \times \text{aika}$
	kävely	$-0.0002477 \times \text{aika}^2$

Hyötyfunktioissa matkan hintaa jakavat aina matkustajan keskimääräiset yhden päivän bruttoansiot. Mallintamisvaiheessa kokeiltiin myös vaihtoehtoa, jossa tulot jätettiin pois. Tilastollisia tunnuslukuja vertailtaessa osoittautui kuitenkin, että liityntäkulkutavan valintaa pystytään kuvaamaan paremmin, kun hyötyfunktiossa on otettu huomioon myös matkustajan tulot. Näin hinnan merkitys liityntäkulkutavan valinnassa kasvaa sitä suuremmaksi, mitä vähemmän matkustajalla on varoja.

Tuloja on käytetty myös joukkoliikenteen hyötyfunktiossa sellaisenaan. Kyselytutkimuksen tulokset osoittivat, että joukkoliikenteen valinta käy liityntämatkalla sitä harvinaisemmaksi, mitä suuremmat tulot matkustajalla on. Vastaavasti henkilöauton käyttö yleistyy. Tuloksesta voidaan päätellä, että hyvätuloisempia matkustajia palvelisivat paremmin nykyinen taksijärjestelmä, kutsutaksit tai park-and-ride -järjestelmä. Opiskelijoita palvelevat taas joustavat joukkoliikenneyhteydet. Koska kielteinen päätös tehdä runkomatka linja-autolla tai junalla voi johtua juuri heikoista liityntäyhteyksistä, olettaisi joukkoliikenteen käyttöä voitavan kasvattaa joustavilla liityntäliikennejärjestelyillä. Esimerkiksi uusien nopeiden junien ja tähän yhdistettyjen joustavien liityntäliikennejärjestelyjen yhteisvaikutusta mahdollisuutena lisätä joukkoliikenteen käyttöä tulisi tutkia.

Useissa hyötyfunktioissa esiintyy lopussa vaihtoehtokohtainen vakio. Vakio kuvaa niitä liityntäkulkutavan ominaisuuksia, joita ei muilla malliin valituilla muuttujilla pystytty selittämään. Joistakin hyötyfunktioista vakio kuitenkin puuttuu. Näissä tapauksissa malleihin valitut muuttujat riittävät kuvaamaan kulkutavan ominaisuuksia.

Hyötyfunktioissa matkan hintaa kerrotaan kulkutavasta riippumatta aina samalla kertoimella. Taksimatkoista suuri osa on liikematkoja. Nämä matkustajat eivät useinkaan itse maksa matkaansa. Siten olettaisi, että hinnan keroi olisi alempi, tai hinnalla ei olisi mitään merkitystä. Tilastolliset tunnusluvut eivät kuitenkaan antaneet tukea näille ajatuksille. Syynä voidaan pitää sitä, että liikematkalaiset myös yleensä ansaitsevat muita enemmän. Siten muuttuja "hinta/tulot" on jo sellaisenaan riittävä kuvaamaan taksimatkan hinnan vähäistä merkitystä liikematkoilla. Lisäksi liikematkustajat saattavat ottaa huomioon myös työnantajansa tavoitteet säästää matkakustannuksissa, jolloin hinnalla onkin merkitystä.

2.1.2 Merkintöjä

Hyötyfunktioissa esiintyvät parametrit ovat:

Parametri	Kuvaus
HAmatk	henkilöauton matkustajan vaihtoehtovakio
HAkulj	henkilöauton matkustajan vaihtoehtovakio
taksi	taksimatkustajan vaihtoehtovakio
koti	0/1- kotiseutumuuttujan kerroin (henkilöauto)
koti(jl)	0/1- kotiseutumuuttujan kerroin (joukkoliikenne)
hinta/tulot	matkakustannuksen ja tulojen suhteen kerroin
aika(hm)	matka-ajan kerroin (henkilöauton matkustaja)
aika(hk)	matka-ajan kerroin (henkilöauton kuljettaja)
aika(taksi)	matka-ajan kerroin (taksi)
aika(jl)	matka-ajan kerroin (joukkoliikenne)
aika ² (käv)	matka-ajan neliön kerroin (kävelymatkoilla)
astih ²	asukastiheyden neliön kerroin
päivitt.	0/1-matkan toistuvuusmuuttujan kerroin
tulot	matkustajan tulojen kerroin
HA-vakio	henkilöauton vaihtoehtovakio 4 kulkutavan malleissa
aika(HA)	matka-ajan kerroin (4 kulkutavan malleissa henkilöautolle)
liike	0/1-liikematkamuuttujan kerroin

p_0^2 ja p_c^2 kuvaavat selitysasetta. p_0^2 :ssa verrataan lopullista uskottavuusfunktioita sellaiseen uskottavuusfunktioon, jossa jokainen vaihtoehto on yhtä todennäköinen. p_c^2 :ssa taas verrataan lopullista uskottavuusfunktioita uskottavuusfunktioon, jossa ovat mukana vain vaihtoehtokohtaiset vakiot.

2.1.3 Parametrien tilastolliset tunnusluvut

Kulkutapoja 5 / Laaja malli

Havaintoja 1057 kpl

$$\rho_o^2 = .2296$$

$$\rho_c^2 = .1710$$

	HAmatk	HAkulj	taksi	liike	koti	hinta/tulot
Estimaatti	-.8366	-1.127	-.9584	.5579	1.511	-2.796
Hajonta	.315	.337	.301	.224	.221	.734
T-arvo	-2.7	-3.3	-3.2	2.5	6.8	-3.8
	koti (jl)	aika (hm)	aika (hk)	aika (jl)	aika (taksi)	aika ² (käv)
Estimaatti	.9463	-.1016	-.1155	-.7897E-01	-.8886E-01	-.4126E-03
Hajonta	.174	.181E-01	.204E-01	.105E-01	.277E-01	.474E-04
T-arvo	5.4	-5.6	-5.7	-7.5	-3.2	-8.7
	pälvitt.		tulot		astih ²	
Estimaatti	-1.370		-.1425E-02		-.1108E-06	
Hajonta	.429		.437E-03		.246E-07	
T-arvo	-3.2		-3.3		-4.5	

Kulkutapoja 5 / Suppea malli

Havaintoja 1057

$$\rho_o^2 = .2079$$

$$\rho_c^2 = .1476$$

	HAmatk	HAkulj	taksi	koti	hinta/tulot	koti (jl)
Estimaatti	-1.481	-1.535	-.6838	1.723	-3.22	.9858
Hajonta	.293	.314	.291	.213	.661	.173
T-arvo	-5.1	-4.9	-2.4	8.1	-4.9	5.7
	aika (hm)	aika (hk)	aika (jl)	aika (taksi)	aika ²	
Estimaatti	-.1104	-.1285	-.1026	-.9584E-01	-.4527E-03	
Hajonta	.177E-01	.198E-01	.825E-02	.265E-01	.475E-04	
T-arvo	-6.3	-6.5	-12.4	-3.6	-9.5	

Kulikutapoja 4 / Laaja malli

Havaintoja 1058

$$\rho_o^2 = .2407$$

$$\rho_c^2 = .1826$$

	as.tih ²	taksi	liike	koti	hinta/tulot	koti (JI)
Estimaatti	-.1206E-06	-.9283	.6019	1.402	-2.513	.8733
Hajonta	.233E-07	.301	.224	.195	.724	.173
T-arvo	-5.2	-3.1	2.7	7.2	-3.5	5.1
	aika (JI)	aika (taksi)	aika ²	päivitt.	tulot	aika (HA)
Estimaatti	-.7484E-01	-.9263E-01	-.3947E-03	-.9176	-.1535E-02	-.1111
Hajonta	.103E-01	.276E-01	.465E-04	.311	.435E-03	.127E-01
T-arvo	-7.2	-3.4	-8.5	-2.9	-3.5	-8.7

Kulikutapoja 4 / Suppea malli

Havaintoja 1058

$$\rho_o^2 = .2033$$

$$\rho_c^2 = .1423$$

	as.tih ²	taksi	hinta/tulot	aika (JI)	aika (taksi)	aika ²
Estimate	-.1225E-06	-.8828	-2.796	-.7588E-0	-.7793E-01	-.4332E-03
Hajonta	.225E-07	.287	.640	.692E-02	.258E-01	.463E-04
T-arvo	-5.5	-3.1	-4.4	-11.0	-3.0	-9.3
	aika (HA)					
Estimaatti	-.7518E-01					
Hajonta	.106E-01					
T-arvo	-7.1					

Pääkulkutapana juna / Laaja malli

Havaintoja 841

$$\rho_o^2 = .2159$$

$$\rho_c^2 = .1721$$

	HAKulj	koti	hinta/tulot	koti (jl)	aika (hm)	aika (hk)
Estimaatti	-.7829	1.487	-3.306	1.042	-.1533	-.1409
Hajonta	.304	.218	.739	.205	.155E-01	.214E-01
T-arvo	-2.6	6.8	-4.5	5.1	-9.9	-6.6
	aika (jl)	aika (taksi)	aika ²	päivitt.	tulot	astih ²
Estimaatti	-.8790E-01	-.1299	-.4601E-03	-1.722	-.1187E-02	-.1208E-06
Hajonta	.115E-01	.162E-01	.576E-04	.492	.479E-03	.261E-07
T-arvo	-7.6	-8.0	-8.0	-3.5	-2.5	-4.6

Pääkulkutapana juna / Suppea malli

Havaintoja 841

$$\rho_o^2 = .2070$$

$$\rho_c^2 = .1627$$

	HAMatk	HAKulj	koti	hinta/tulot	koti (jl)	aika (hh)
Estimaatti	-.6694	-.8746	1.604	-3.160	1.027	-.1344
Hajonta	.342	.347	.240	.710	.201	.199E-01
T-arvo	-2.0	-2.5	6.7	-4.4	5.1	-6.7
	aika (hk)	aika (jl)	aika (taksi)	aika ²	astih ²	
Estimaatti	-.1451	-.1044	-.1355	-.4774E-03	-.1049E-06	
Hajonta	.217E-01	.935E-02	.162E-01	.581E-04	.269E-07	
T-arvo	-6.7	-11.2	-8.4	-8.2	-3.9	

Pääkulkutapana linja-auto / Laaja malli

Havaintoja 247

$$\rho_o^2 = .2321$$

$$\rho_c^2 = .1015$$

	koti (JI)	aika (JI)	aika (taksi)	aika ²	tulot	aika (HA)
Estimaatti	.8304	-.6888E-01	-.2148	-.2575E-03	-.2156E-02	-.8549E-01
Hajonta	.292	.162E-01	.259E-01	.823E-04	.843E-03	.230E-01
T-arvo	2.8	-4.3	-8.3	-3.1	-2.6	-3.7
HA-vakio						
Estimaatti		-.9019				
Hajonta		.345				
T-arvo		-2.6				

Pääkulkutapana linja-auto / Suppea malli

Havaintoja 247

$$\rho_o^2 = .2194$$

$$\rho_c^2 = .0865$$

	koti (JI)	aika (JI)	aika (taksi)	aika ²	aika (HA)	HA-vakio
Estimaatti	.687	-.8701E-01	-.2256	-.2477E-03	-.9827E-01	-.7154
Hajonta	.265	.122E-01	.265E-01	.795E-04	.205E-01	.329
T-arvo	2.6	-7.1	-8.5	-3.1	-4.8	-2.2

LIITE 3 ESIMERKKEJÄ LIITYNTÄKULKUTAVAN VALINTAMALLIEN KÄYTÖSTÄ

Matkojen kuvaukset

Laadittujen liikennemallien käyttäytymistä pyritään havainnollistamaan neljän esimerkkimatkan avulla.

Matka 1

Matkan ominaisuudet:

1. Linnuntie-etäisyys asemalle on 2,84 km
2. Matka tehdään kotiseudulla
3. Kyseessä on asiointimatka
4. Matka ei ole päivittäinen
5. Lähtöalueen asukastiheys on 716 as/km²
6. Matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	11 min
HA-kuljettaja	9 min
joukkoliikenne	25 min
taksi	12 min
kävely	51 min
7. Matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	2 mk
joukkoliikenne	17 mk
taksi	30 mk
8. Matkustajan tulot ovat 198 000 mk vuodessa ja tällä on henkilöauto käytössään.

Matka 2

Kuten matka 1, mutta matkustajan tulot ovat 66 mk, eikä matkaa tehdä kotiseudulla.

Matka 3

Kuten matka 1, mutta

1. etäisyys asemalle on 0,50 km
2. matkustajalla ei ole henkilöautoa käytössään
3. matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	9 min
joukkoliikenne	24 min
taksi	6 min

- kävely 9 min
4. Matkakustannukset ovat
- | | |
|----------------|--------|
| HA-kuljettaja | 0,4 mk |
| joukkoliikenne | 15 mk |
| taksi | 15 mk |

Matka 4

Kuten matka 1, mutta

1. etäisyys asemalle on 6,2 km, joten asemalle ei pääse kävellen
2. lähtöalueen asukastiheys on 300 as/km²
3. matka-ajat eri kulkutavoille ovat

HA-matkustaja	14 min
HA-kuljettaja	14 min
joukkoliikenne	28 min
taksi	16 min
4. matkakustannukset ovat

HA-kuljettaja	5 mk
joukkoliikenne	19 mk
taksi	51 mk

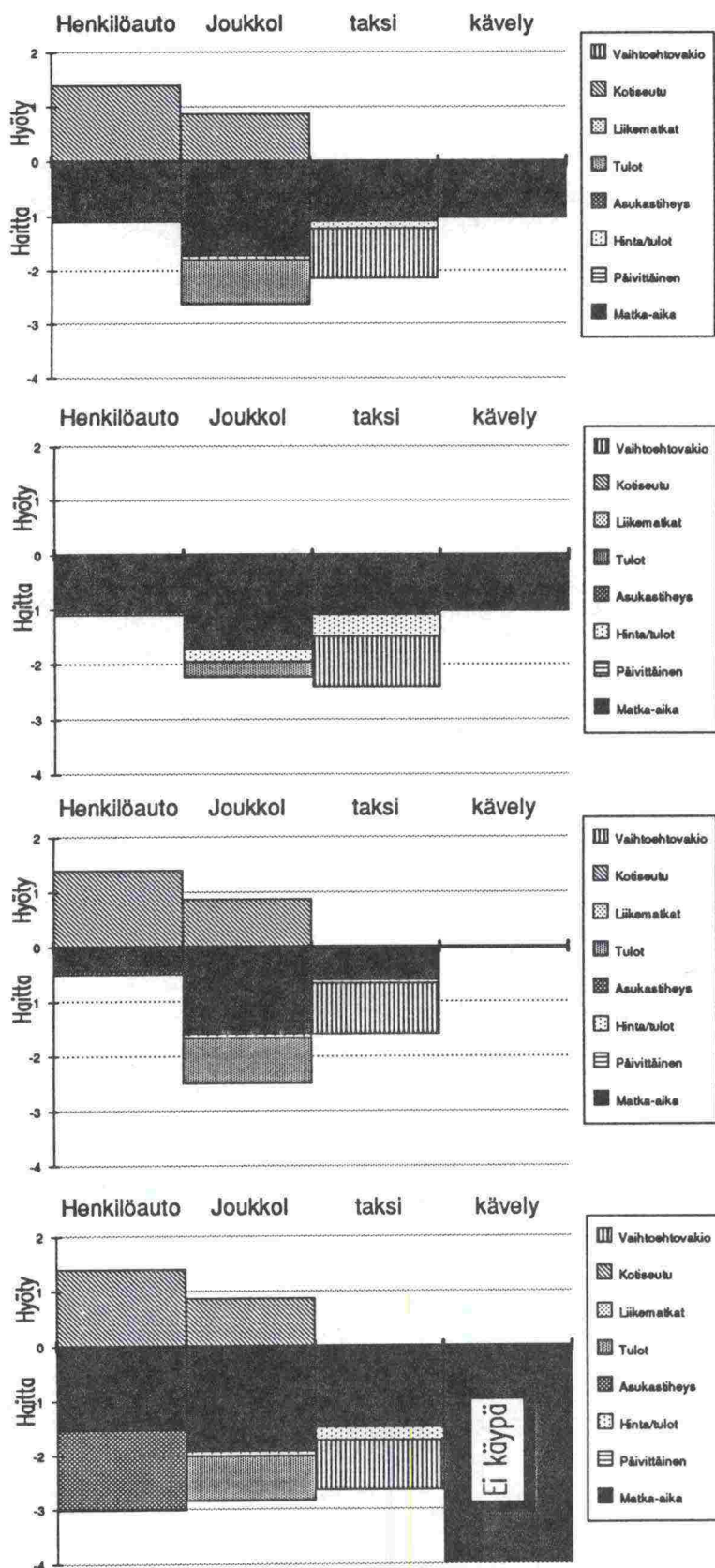
Kunkin mallin antamat valintatodennäköisyydet kulkutavoille ovat taulukossa

9.

Taulukko 9. Kulkutavan valinnan todennäköisyydet esimerkeissä 1-4

malliryhmä	kulkutapa	esimerkki 1	esimerkki 2	esimerkki 3	esimerkki 4
laaja pääkulkutavasta riippumaton; 4 kulkutapaa	henkilöauto	68%	37%	64%	49%
	joukkoliikenne	9%	12%	5%	34%
	taksi	6%	10%	5%	17%
	kävely	18%	40%	25%	0%
suppea pääkulkutavasta riippumaton; 4 kulkutapaa	henkilöauto	42%	45%	33%	26%
	joukkoliikenne	15%	13%	9%	43%
	taksi	13%	10%	11%	30%
	kävely	30%	31%	47%	0%
laaja pääkulkutavasta riippumaton ; 5 kulkutapaa	HA-matkustaja	37%	19%	36%	33%
	HA-kuljettaja	27%	13%	0%	19%
	joukkoliikenne	9%	11%	8%	30%
	taksi	7%	12%	10%	18%
	kävely	20%	46%	46%	0%
suppea pääkulkutavasta riippumaton; 5 kulkutapaa	HA-matkustaja	28%	12%	25%	41%
	HA-kuljettaja	26%	11%	0%	29%
	joukkoliikenne	13%	9%	11%	19%
	taksi	10%	16%	13%	11%
	kävely	22%	52%	50%	0%
laaja pääkulkutapana juna	HA-matkustaja	42%	23%	41%	32%
	HA-kuljettaja	26%	14%	0%	16%
	joukkoliikenne	7%	8%	6%	28%
	taksi	9%	16%	15%	23%
	kävely	16%	38%	37%	0%
suppea pääkulkutapana juna	HA-matkustaja	34%	17%	32%	45%
	HA-kuljettaja	29%	14%	0%	30%
	joukkoliikenne	10%	8%	9%	15%
	taksi	10%	18%	17%	10%
	kävely	17%	43%	42%	0%
laaja pääkulkutapana linja-auto	henkilöauto	20%	20%	14%	53%
	joukkoliikenne	15%	14%	10%	42%
	taksi	4%	4%	7%	5%
	kävely	62%	62%	70%	0%
suppea pääkulkutapana linja-auto	henkilöauto	17%	19%	12%	39%
	joukkoliikenne	22%	13%	15%	53%
	taksi	7%	8%	14%	8%
	kävely	53%	60%	59%	0%

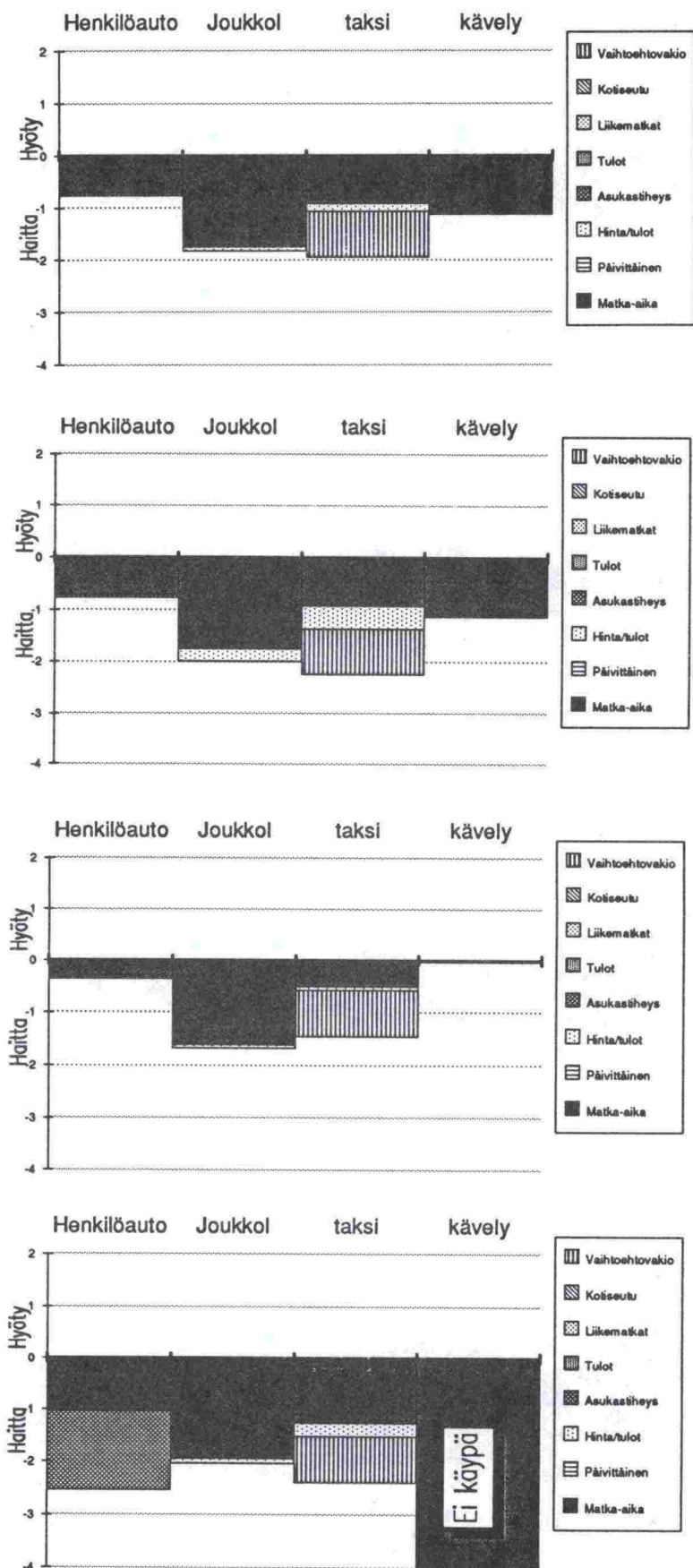
Seuraavissa kuvissa on esitetty vastaavien esimerkkien hyödyn komponentit malliryhmittäin.



Kuva 20

Esimerkit 1-4

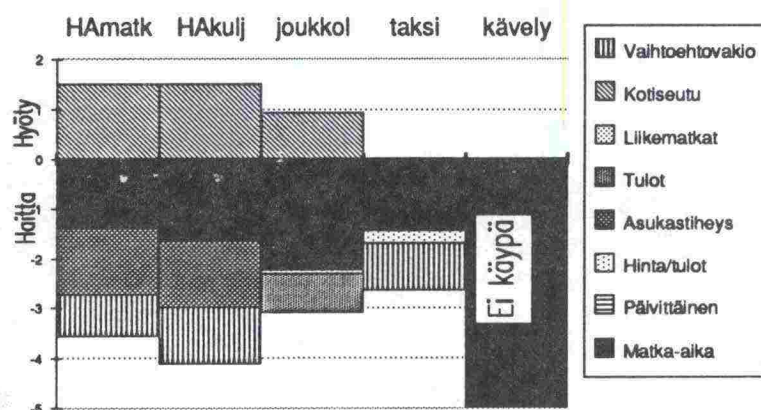
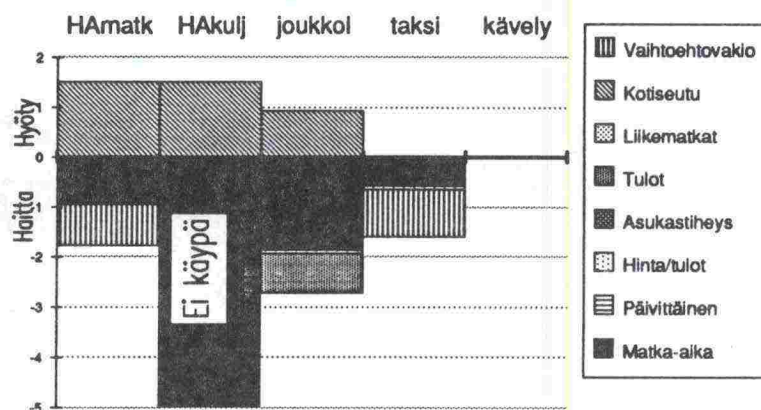
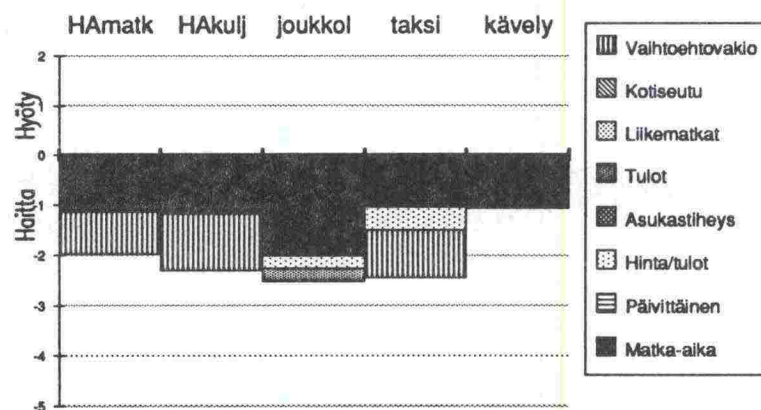
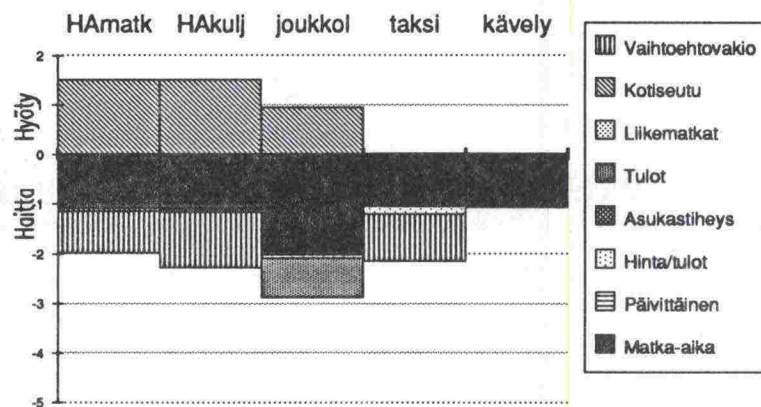
Pääkulkutavasta riippumaton 4 kulkutavan laaja malli



Kuva 21

Esimerkit 1-4

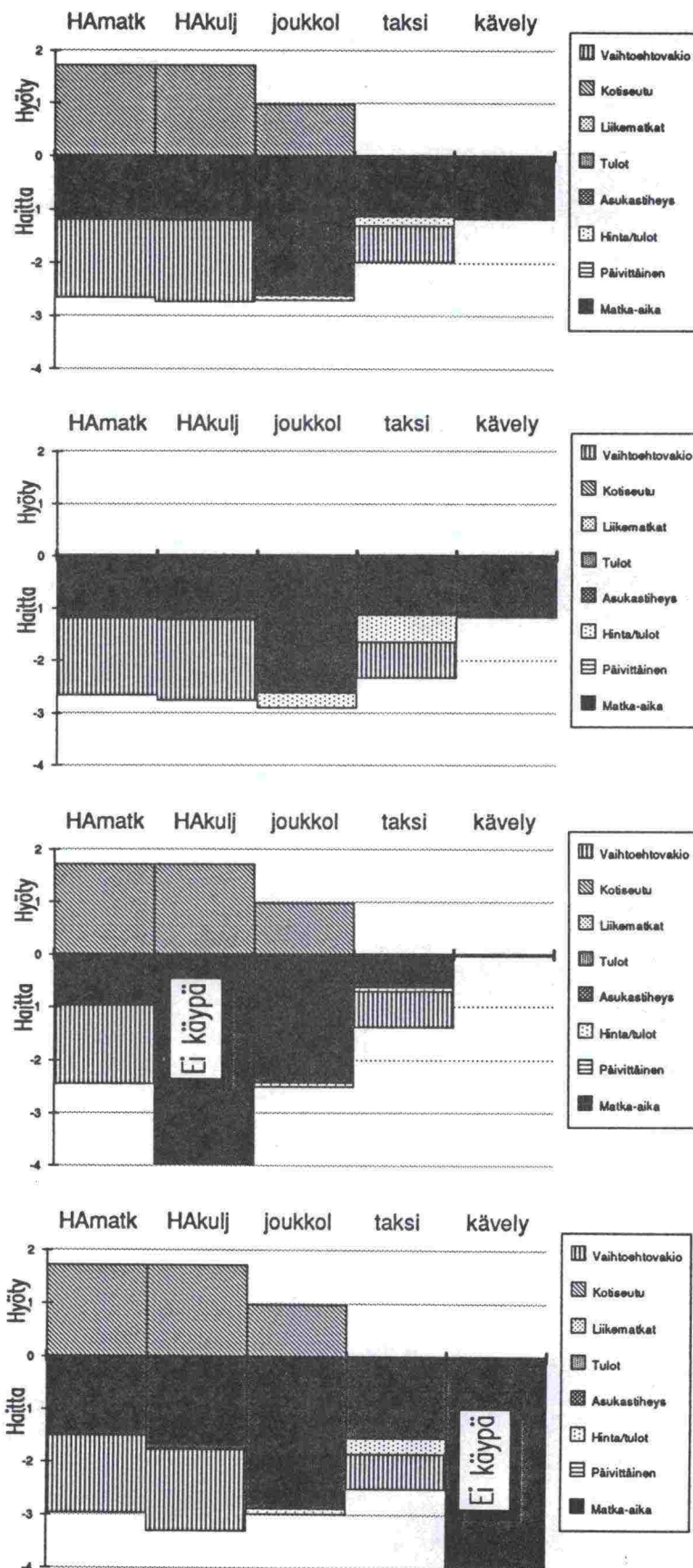
Pääkulkutavasta riippumaton 4 kulkutavan suppea malli



Kuva 22

Esimerkit 1-4

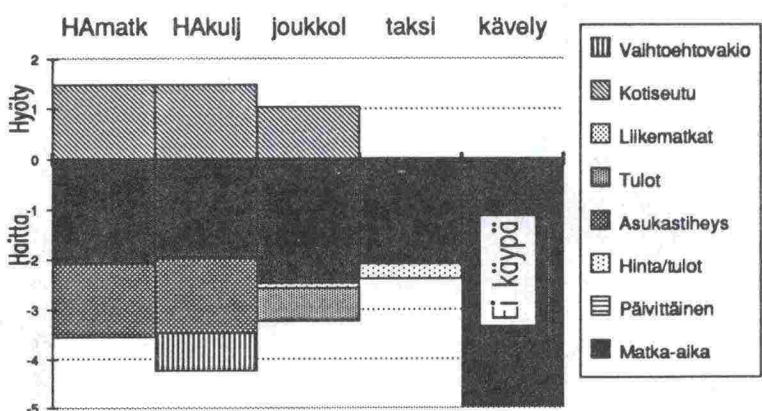
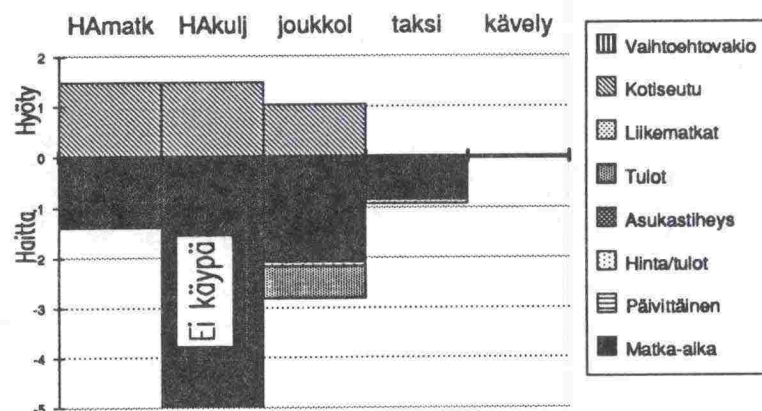
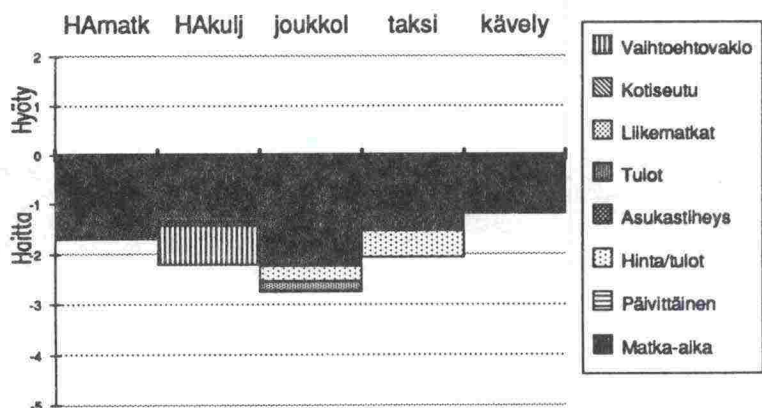
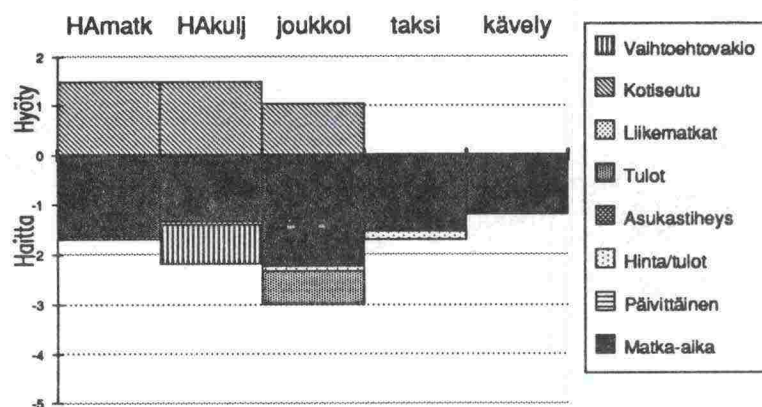
Pääkulkutavasta riippumaton 5 kulkutavan laaja malli



Kuva 23

Esimerkit 1-4

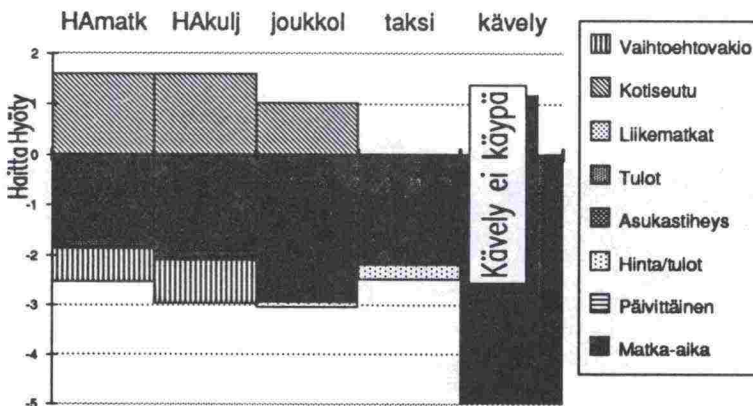
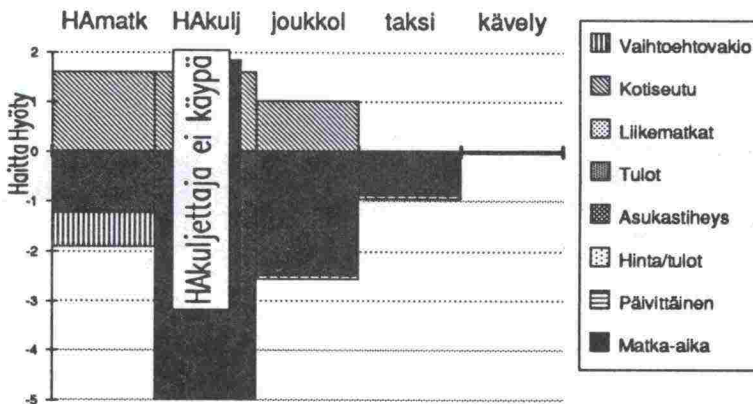
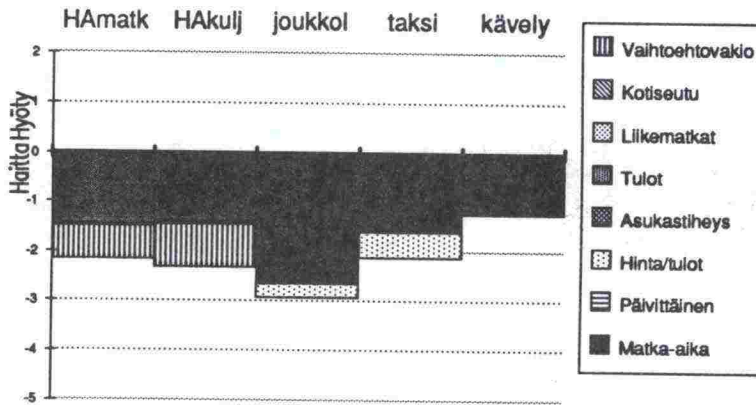
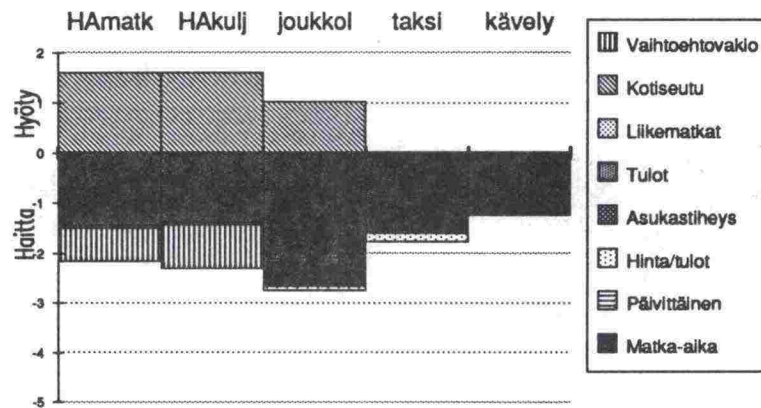
Pääkulkutavasta riippumaton 5 kulkutavan suppea malli



Kuva 24

Esimerkit 1-4

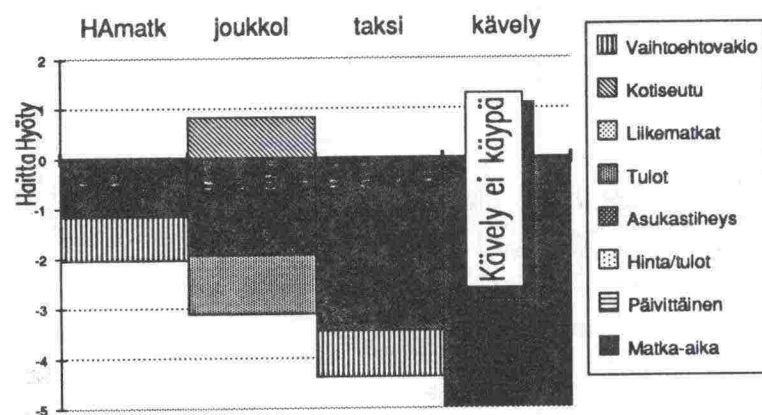
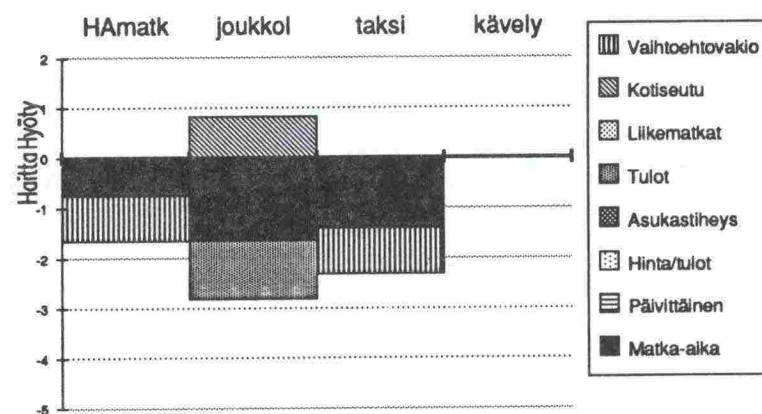
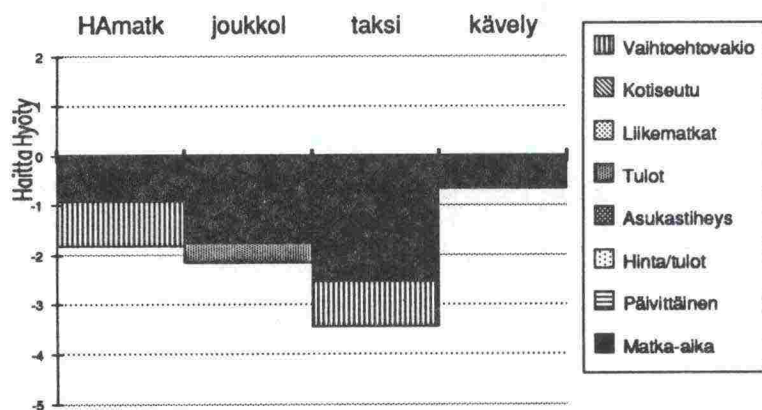
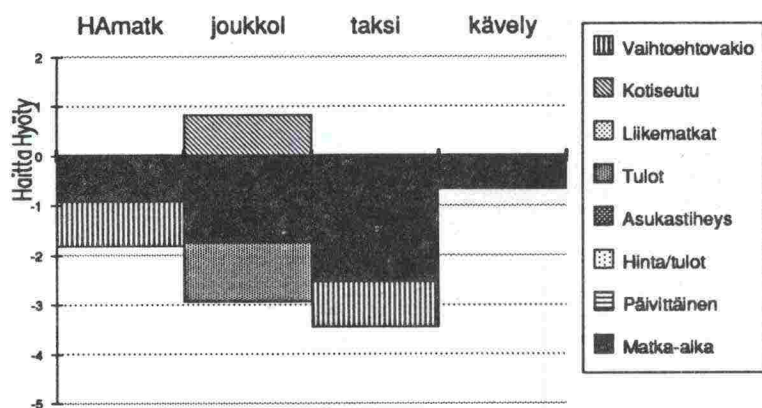
Junan laaja liityntämatkojen malli



Kuva 25

Esimerkit 1-4

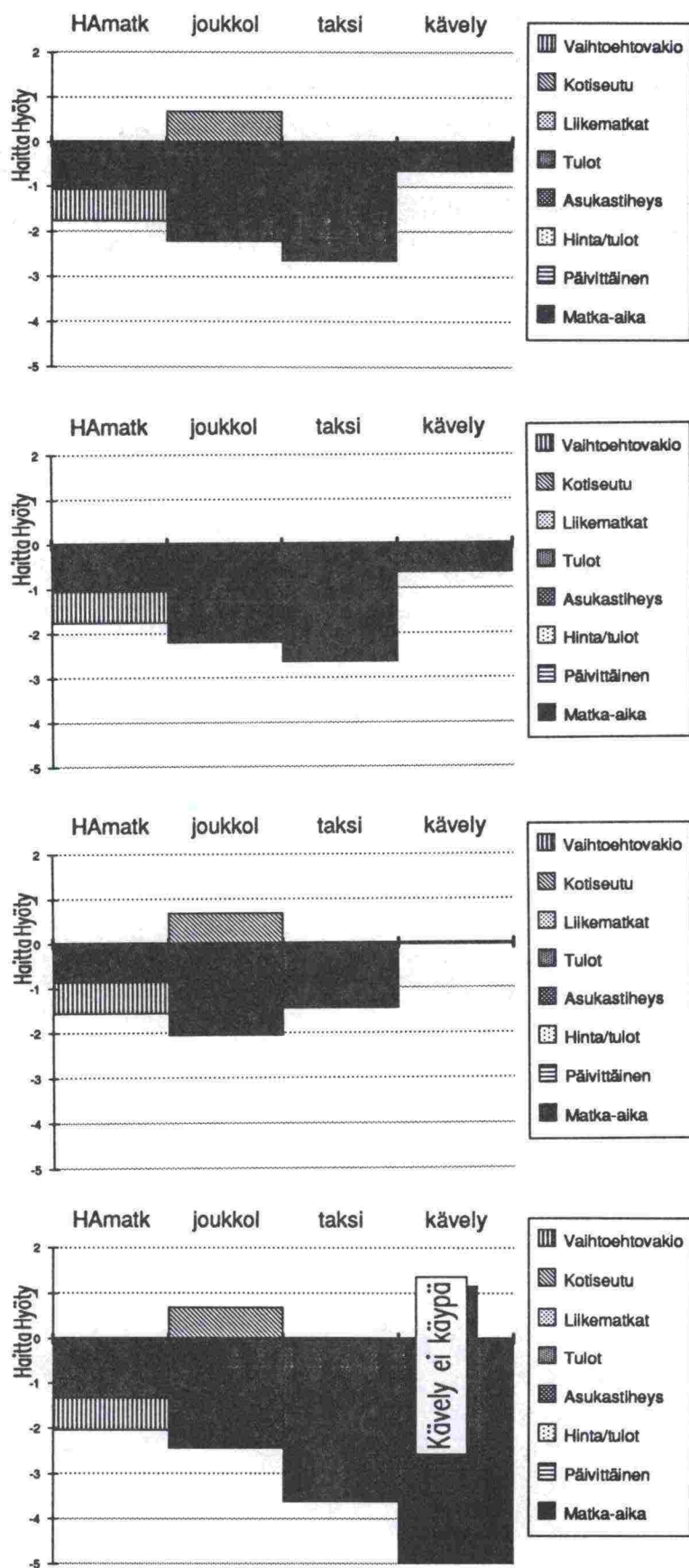
Junan suppea liityntämatkojen malli



Kuva 26

Esimerkit 1-4

Linja-auton laaja liityntämatkojen malli



Kuva 27

Esimerkit 1-4

Linja-auton suppea liityntämatkojen malli

Linja-autojen liityntäkulkutapojen mallit tuottavat enemmän kävelymatkoja kuin muut mallit. Malleja estimoitaessa tunnettiin ainoastaan etäisyys lähimmälle linja-autoasemalle. Todellisuudessa etäisyys on usein kuitenkin lyhyempi, koska osa matkustajista nousee ja jää pois lähimmällä pysäkillä. Siten kävelyosuus korostuu. Linja-auton liityntämalleja voidaan käyttää silloin, kun vain etäisyys asemille tunnetaan. Jos taas tiedetään myös etäisyys sekä mahdolliset liityntäkulkutavat lähimmälle pysäkille, tulisi liityntäkulkutavan valinnassa käyttää muita malleja.

LIITE 4 JAKAUMATietoja Liikennemallien Käyttöä Varten

Liitteessä on esitetty junan ja linja-auton liityntämatkojen jakautuminen matkan toistuvuuden, tarkoituksen, lähtö-/määräpaikan tyypin ja tulojakaumien mukaan kyselytutkimuksessa. Mainitut prosentit kuvaavat kunkin luokan osuutta koko tutkimusaineistosta. Osuuksien summa on aina 100 % (= koko aineisto). Jakaumatiedot ovat suuntaa antavia arvioita liikennemalleja sovellettaessa.

Taulukko 10 Liityntämatkojen jakautuminen itärata-kyselytutkimusaineistossa

päivittäinen matka	liityntämatka kotiseudulla	liikematka	vuosiansiot	juna tutkimus	linja-auto tutkimus
on	on	on	alle 54 tmk	0,00%	0,00%
on	on	on	54-78 tmk	0,10%	0,00%
on	on	on	78-104 tmk	0,00%	0,00%
on	on	on	104-162 tmk	0,20%	0,00%
on	on	on	162-234 tmk	0,10%	0,00%
on	on	on	yli 234 tmk	0,00%	0,00%
on	on	ei	alle 54 tmk	1,31%	2,21%
on	on	ei	54-78 tmk	1,91%	5,90%
on	on	ei	78-104 tmk	0,30%	0,00%
on	on	ei	104-162 tmk	1,61%	2,21%
on	on	ei	162-234 tmk	0,70%	0,37%
on	on	ei	yli 234 tmk	0,50%	0,74%
on	ei	on	alle 54 tmk	0,00%	0,00%
on	ei	on	54-78 tmk	0,10%	0,00%
on	ei	on	78-104 tmk	0,00%	0,00%
on	ei	on	104-162 tmk	0,20%	0,00%
on	ei	on	162-234 tmk	0,10%	0,00%
on	ei	on	yli 234 tmk	0,00%	0,00%
ei	on	on	alle 54 tmk	2,11%	1,11%
ei	on	on	54-78 tmk	0,00%	0,00%
ei	on	on	78-104 tmk	0,50%	0,00%
ei	on	on	104-162 tmk	4,93%	4,06%
ei	on	on	162-234 tmk	3,72%	1,11%
ei	on	on	yli 234 tmk	1,71%	0,37%
on	ei	ei	alle 54 tmk	1,61%	3,69%
on	ei	ei	54-78 tmk	1,31%	4,80%
on	ei	ei	78-104 tmk	0,20%	0,74%
on	ei	ei	104-162 tmk	1,51%	3,32%
on	ei	ei	162-234 tmk	0,91%	0,00%
on	ei	ei	yli 234 tmk	0,50%	0,37%
ei	ei	on	alle 54 tmk	2,21%	0,74%
ei	ei	on	54-78 tmk	0,30%	0,00%
ei	ei	on	78-104 tmk	0,60%	0,37%
ei	ei	on	104-162 tmk	5,73%	3,69%
ei	ei	on	162-234 tmk	4,43%	1,85%
ei	ei	on	yli 234 tmk	2,31%	0,74%
ei	on	ei	alle 54 tmk	5,23%	3,32%
ei	on	ei	54-78 tmk	11,27%	12,18%
ei	on	ei	78-104 tmk	2,72%	4,80%
ei	on	ei	104-162 tmk	4,53%	5,90%
ei	on	ei	162-234 tmk	2,52%	2,95%
ei	on	ei	yli 234 tmk	0,70%	0,37%
ei	ei	ei	alle 54 tmk	6,54%	7,38%
ei	ei	ei	54-78 tmk	15,19%	7,38%
ei	ei	ei	78-104 tmk	2,82%	6,64%
ei	ei	ei	104-162 tmk	4,33%	5,90%
ei	ei	ei	162-234 tmk	1,41%	4,06%
ei	ei	ei	yli 234 tmk	1,01%	0,74%
				100%	100%

LIITE 5 KYSELYTUTKIMUSTEN TULOKSIA

Taulukko 11 Matkustajien taustatietoja valitun pääkulkutavan mukaan

MATKAN TARKOITUS	PÄÄKULKUTAPA			
	Juna %	Linja-auto %	Lentokone %	Henk.auto/ kulj. %
Työmatka	16	22	19	24
Työasiamatka	24	12	71	52
Vapaa-ajanmatka	30	32	7	13
Muu	30	33	3	11
Yhteensä	100	100	100	100

SUKUPUOLI	PÄÄKULKUTAPA			
	Juna %	Linja-auto %	Lentokone %	Henk.auto/ kulj. %
Nainen	58	73	27	12
Mies	42	27	73	88
Yhteensä	100	100	100	100

TULOTASO 1000 mk	PÄÄKULKUTAPA			
	Juna %	Linja-auto %	Lentokone %	Henk.auto/ kulj. %
0-54	30	34	-	5
54-78	10	13	5	3
78-104	18	23	10	6
104-162	23	20	27	35
162-234	13	8	31	30
>234	5	2	27	20
Yhteensä	100	100	100	100

KOULUTUS ¹⁾	PÄÄKULKUTAPA			
	Juna %	Linja-auto %	Lentokone %	Henk.auto/ kulj. %
Perus	35	43	19	31
Opisto	34	31	38	44
Korkeakoulu	32	26	43	25
Yhteensä	100	100	100	100

¹⁾ Opiskelijat ja tutkinnon suorittaneet

Taulukon 11 lähteet:

Liikenneministeriön tilaamien lentoliikennetutkimuksen ja Itärata -selvitystyön yhteydessä tehdyt kyselytutkimukset sekä tiehallituksen tilaama "Kulkumuotojen työnjako" -projektin henkilöautohaastattelututkimus.

Taulukko 12 Lähtö- ja määräpaikan välisen matkan aikana käytettyjen liityntäkulkutapojen määrä (kävelyjä ei ole otettu huomioon)

LIITYNTÄKULKUTAPOJEN MÄÄRÄ	PÄÄKULKUTAPA	
	Juna %	Linja-auto %
0	9,1	22,5
1	39,0	48,3
2	43,7	25,0
3	6,9	3,7
4	1,2	0,5
Yhteensä	100	100

Kyselytutkimuksen mukaan vain noin 9 % junamatkustajista selviää ilman vaihtoja sekä matkan lähtö- että määräpäässä.

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 36/1992 Päälystettyjen teiden pintakunnon luokittelu. TIEL 3200090
- 37/1992 Satamiin johtavien erikoiskuljetusreittien kehittäminen
- 38/1992 CMA:n ympäristövaikutuksia ja käyttökokemuksia; kirjallisuustutkimus. TIEL 3200092
- 39/1992 Henkilöauton verotuksen muuttamisen vaikutuksia liikenteeseen. TIEL 3200093
- 40/1992 Hirvieläinonnettomuudet yleisillä teillä 1991. TIEL 3201921-92
- 41/1992 Liikenteen ja muiden toimintojen turvallisuuden vertailu 1988-1990. TIEL 3200094
- 42/1992 Pääväylät kaupunkialueilla; tasoliittymät. TIEL 3200095
- 43/1992 Reittiohjaus Lahdentiellä, esiselvitys. TIEL 3200096
- 44/1992 Seurannan sisällyttäminen tiehankkeisiin -luonnonolot. TIEL 3200097
- 45/1992 Liikennevalojen kunnossapitotutkimus. TIEL 3200098
- 46/1992 Syvästabiloinnin laadunvalvontaohje. TIEL 3200099
- 47/1992 Kestopäälysteteiden kunnon piilorakennemalli. TIEL 3200100
- 48/1992 Tiehankkeiden sosioekonomisten vaikutusten arviointi, arviointimenettelyn selvitys. TIEL 3200101
- 49/1992 Pääväylät kaupunkialueilla; Poikkileikkaus. TIEL 3200102
- 50/1992 Tiemerkintämassojen käyttökelpoisuus. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 51/1992 Roadside Restareas and Restarea Structures and Equipment. TIEL 3200041E
- 52/1992 Kuntien liikenneturvallisuus vuosina 1982-1990. TIEL 3200103
- 53/1992 Henkilöautojen omistus, ajoneuvosuoritteet ja käyttöalueet. TIEL 3200104
- 54/1992 Selvitys liikennevalojen toiminnasta vähäisen liikenteen aikana. TIEL 3200105
- 55/1992 Kiertoliittymän liikenteelliset vaikutukset; ennen-jälkeen -tutkimus Lammin maantieliittymässä. TIEL 3200106
- 56/1992 Kaupunkimuotoilun historia, nykyaikaisen tie- ja liikennesuunnittelun historiallinen tausta. TIEL 3200107
- 57/1992 Teiden suolauksen aiheuttamien ympäristövahinkojen korvaaminen. Kymen tiepiiri
- 58/1992 Teknologian siirto; Bauma 1992 -messut. TIEL 3200108
- 59/1992 Reunapaalujen vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. TIEL 3200109
- 60/1992 Rautasaostuman aiheuttama salaojan tukkeutuminen ja toimenpiteet tukkeutumisen estämiseksi. TIEL 3200110

ISBN 951-47-6631-8
ISSN 0788-3722
TIEL 3200111